



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA  
RECINTO UNIVERSITARIO PEDRO ARAUZ PALACIOS  
FACULTAD DE TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN  
DEPARTAMENTO DE VÍAS DE TRANSPORTE**

**Tema Monográfico para Optar al Título de Ingeniero Civil:**

Determinación y Análisis del Valor del Patrimonio Vial de Caminos Revestidos de  
Nicaragua

**Sustentantes:**

Br. Wendy Walkiria Espinoza Fonseca

Br. Gerald Farid Matute Lira

**Tutor:**

Ing. Aldo Zamora Lacayo

**Asesor MTI:**

Ing. Carlos Silva Cruz

Managua, Nicaragua, Octubre 2013



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCION  
DECANATURA

DEC-FTC-REF-No.069  
Managua, febrero 011 del 2013

Bachilleres  
GERALD FARID MATUTE LIRA  
WENDY WALKIRIA ESPINOZA FONSECA  
Presente

Estimados Bachilleres:

Es de mi agrado informarles que el PROTOCOLO de su Tema Monográfico titulado "DETERMINACION Y ANALISIS DEL VALOR DEL PATRIMONIO VIAL DE CAMINOS REVESTIDOS DE NICARAGUA", sido aprobado por esta Decanatura.

Asimismo les comunico estar totalmente de acuerdo, de que el Ing. ALDO ZAMORA LACAYO, sea el tutor de su trabajo final y como Asesor al Ing. CARLOS SILVA CRUZ.

La fecha límite, para que presenten concluido su documento, debidamente revisado por el tutor guía será el 29 agosto del 2013.

Esperando puntualidad en la entrega de la Tesis, me despido.

Atentamente,

Dr. Ing. Oscar Gutiérrez Somarriba  
Decano



CC: Protocolo  
Tutor  
Asesor  
Archivo\*Consecutivo  
DIOGS\*mary



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA  
FACULTAD DE TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN  
DEPARTAMENTO DE VÍAS DE TRANSPORTE**

Managua 23 de Agosto de 2013.

Dr. Ing. Oscar Gutiérrez Somarriba  
Decano FTC  
Su Despacho

Estimado Decano:

Por medio de la presente me dirijo a usted para comunicarle que en calidad de tutor de los bachilleres **Wendy Walkiria Espinoza Fonseca** y **Gerald Farid Matute Lira**, para la elaboración del trabajo monográfico titulado **"DETERMINACIÓN Y ANÁLISIS DEL VALOR DEL PATRIMONIO VIAL DE CAMINOS REVESTIDOS DE NICARAGUA"**, como requisito para optar al título de Ingeniero Civil, he cumplido con el cometido que me asignó esta decanatura.

Habiendo revisado cuidadosamente el documento final considero que el trabajo cumple satisfactoriamente con los objetivos planteados y reúne los méritos necesarios para su presentación y defensa, de conformidad con el Reglamento del Régimen Académico Vigente.

Al mismo tiempo le informo que el trabajo monográfico excede de las 100 páginas máximas estipuladas en las Normativas de Culminación de Estudios, CAPITULO ÚNICO, Arto.21, debido a que la metodología propuesta requiere de muchos datos tales como características físicas, condiciones de estado de cada tramo de los caminos revestidos, costos unitarios, hojas de cálculos programadas, software, etc., donde se explica el proceso de cálculo del Valor del Patrimonio Vial, para su correcta comprensión y aplicación.

Esperando haber cumplido satisfactoriamente con la misión encomendada, me es grato suscribirme de usted.

Atentamente.

  
Ing. Aldo José Zamora Lacayo.  
Catedrático Tutor

Cc: Archivo





Gobierno de Reconciliación  
y Unidad Nacional  
*El Pueblo, Presidente!*

**2012**  
CON TODOS  
Y POR EL BIEN  
DE TODOS!

Managua, Octubre 30 del 2012

Ingeniero

**José Bustamante.**

Jefe del Dpto. de Transporte

Universidad Nacional de Ingeniería

Su despacho

Estimado Ingeniero Bustamante

En atención a solicitud realizada por usted a los Bachilleres **Wendy Espinoza y Gerald Matute**, acerca del interés del MTI en el desarrollo del tema monográfico "**Valor del Patrimonio Vial en Caminos Revestidos**", tengo a bien expresarle que este tema es de mucha importancia para justificar, ante las máximas autoridades del país, la asignación de mayores recursos financieros a las entidades encargadas de la Conservación de la Red Vial del País, como son el Fondo de Mantenimiento Vial (FOMAV) y la Dirección de Conservación Vial del MTI.

Así mismo expreso que el Protocolo preparado por los Bachilleres Espinoza y Matute cumple con las expectativas de este Ministerio y que el sucrito está en toda la disposición de asesorar a este grupo, en el desarrollo del Mencionado Tema.

Sin más que agregar, le saludo.

Atentamente,

*C. SILVA  
RUT*



**Ing. Carlos R. Silva Cruz**

Directos de Conservación Vial

CC. Ing. Ernesto Barrantes  
Archivo

- Director General de Vialidad

*Lucinda*  
*10/11/2012*  
*2:00pm*

**NICARAGUA  
DE VICTORIA  
EN VICTORIA**

**CRISTIANA, SOCIALISTA, SOLIDARIA!**  
**MINISTERIO DE TRANSPORTE E INFRAESTRUCTURA**  
**Dirección de Conservación Vial**

Frente al Estadio Nacional "Dennis Martínez", Managua, Tel: 22226333  
www.mti.gob.ni/ Correo Electrónico: carlos.silva@mti.gob.ni





Gobierno de Reconciliación  
y Unidad Nacional  
*El Pueblo, Presidente!*

**2013:**  
**BENDECIDOS,**  
**PROSPERADOS Y**  
**EN VICTORIAS!**

Managua, 22 de Agosto del 2013

Doctor  
**Oscar Gutiérrez**  
Decano  
Facultad Tecnología de la Construcción  
Su Despacho

Estimado Doctor Gutiérrez

Por este medio tengo a bien expresar mi conformidad con el trabajo realizado por los Bres. Gerald Farid Matute Lira y Wendy Walkiria Espinoza Fonseca, "**Determinación y Análisis del Valor del Patrimonio Vial de Caminos Revestidos de Nicaragua**" el cual se ajusta a los intereses de este Ministerio y cumple con los Objetivos planteados.

Sin más que agregar y expresándole mis muestras de consideración y estima, le saludo

Atentamente



**Ing. Carlos Roberto Silva Cruz**  
Director de Conservación Vial

cc.

Br. Gerald Matute  
Bra. Wendy Espinoza  
Archivo.

- Sustentante  
- Sustentante



**CRISTIANA. SOCIALISTA. SOLIDARIA!**  
**BUEN GOBIERNO!**  
CONSEJO DE COMUNICACIÓN Y CIUDADANÍA

**MINISTERIO DE TRANSPORTE E INFRAESTRUCTURA**  
DIRECCION DE CONSERVACION VIAL

Frente al Estadio Nacional Tel: 22226333/22222105

conservacionvial@mti.gob.ni



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**FACULTAD DE TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN**

**SECRETARÍA DE FACULTAD**

**F-8: CARTA DE EGRESADO**

El Suscrito Secretario de la **FACULTAD DE TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCION** hace constar que:


**ESPINOZA FONSECA WENDY WALKIRIA**

Carne: **2007-22263** Turno **Diurno** Plan de Estudios **97** de conformidad con el Reglamento Académico vigente en la Universidad, es **EGRESADO** de la Carrera de **INGENIERIA CIVIL**.

Se extiende la presente **CARTA DE EGRESADO**, a solicitud del interesado en la ciudad de Managua, a los treinta y uno días del mes de Julio del año dos mil trece.

Atentamente,



  
\_\_\_\_\_  
Dr. Alvaro Benito Aguilar Velasquez  
**Secretario de Facultad**



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**FACULTAD DE TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN**

**SECRETARÍA DE FACULTAD**

**F-8: CARTA DE EGRESADO**

El Suscrito Secretario de la **FACULTAD DE TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCION** hace constar que:

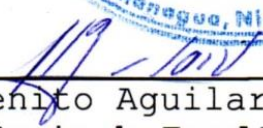
**MATUTE LIRA GERALD FARID**

Carne: **2008-24268** Turno **Nocturno** Plan de Estudios **97** de conformidad con el Reglamento Académico vigente en la Universidad, es **EGRESADO** de la Carrera de **INGENIERIA CIVIL**.

Se extiende la presente **CARTA DE EGRESADO**, a solicitud del interesado en la ciudad de Managua, a los trece días del mes de Agosto del año dos mil trece.

Atentamente,



  
\_\_\_\_\_  
Dr. Alvaro Benito Aguilar Velasquez  
**Secretario de Facultad**



## Dedicatoria

Dedico mi esfuerzo y su recompensa a Dios porque sabe muy bien los obstáculos que rodaban mi meta de convertirme en profesional y, al contrario de desampalarme, me ayudó a superarlos y me guió por un buen camino toda mi vida, enviándome “ángeles” a cuidarme siempre...

A mi primer ángel, Elisa del Carmen López Suárez, mi madre y amiga en todos los momentos de mi vida, la persona que más se ha esforzado para mi bienestar y me ha brindado todo su amor, al que corresponde con todo mi corazón...

A mi abuela preciosa, Lilliam del Socorro Suárez, por sus cuidados, sus consejos, su fe, su alegría y todo el apoyo que me ha ofrecido con amor...

A mi padre, Walter Antonio Espinoza Rivera, a quien siempre querré por ser comprensivo, por apoyarme y por educarme con cariño, porque a pesar de la distancia, siempre ha estado a mi lado...

A mi compañero, Gerald Farid Matute Lira, por todo el apoyo y los ánimos que me brindó para seguir adelante, por acompañarme en los buenos y malos ratos, por ser tan especial...

A toda mi familia, mis amigos, mis docentes, que a lo largo de mi vida me han animado y han creído en mí.

Wendy Walkiria Espinoza Fonseca

## Dedicatoria

Al Dios, que siempre me ha acompañado, me ha dado sabiduría y que con sus bendiciones he logrado llegar hasta este momento.

A mis padres Felipe Matute y Margarita Lira, que han sido mis mejores ejemplos de vida y que siempre me han apoyado incondicionalmente.

A mi hermana Herschel Margarita, que me ha apoyado en todo momento y que me ha animado y aconsejado cuando más lo necesité.

A Wendy Espinoza, que ha sido mi mayor inspiración para lograr ser un profesional y una mejor persona, y que junto con ella, trabajamos arduamente, a pesar de las dificultades, para alcanzar esta meta.

A mis hermanos Keyla Valéska y Luis Felipe, también a mi cuñado Chester Zelaya, que aportaron su granito de arena para la realización de esta Tesis.

Gerald Farid Matute Lira

## Agradecimientos

“Entren por sus puertas con acción de gracias;  
vayan a sus atrios con alabanza.  
Denle gracias y alaben su nombre. Pues el Señor es bueno.  
Su amor inagotable permanece para siempre,  
y su fidelidad continúa de generación en generación.”

**Salmos 100: 4-5**

Agradecemos a Dios por la oportunidad que nos ha dado de estudiar y poder concluir nuestros estudios superiores con éxito y a nuestros padres porque gracias a su esfuerzo y dedicación hemos terminado esta etapa de nuestra formación profesional.

A los Ingenieros: María Elena Baldizón, por haber puesto su confianza en nosotros; José Méndez Úbeda, por brindarnos asesoramiento durante el desarrollo de la Tesis; Carlos Silva Cruz, por dedicar su tiempo al atender nuestras consultas con respecto a la Monografía; Aldo José Zamora Lacayo, por apoyarnos en el desarrollo del trabajo y brindarnos recomendaciones para mejorar.

**Ambos**

A mi tía Nubia Suárez, por su ayuda.

A Abel Navarro, por todo su apoyo.

A Francisco Santamaría, por su amistad.

**Wendy Espinoza**

A Noel Valdez, por su amistad.

A Benjamín Hernández, Edson González, Juan Ramos y Erwing Ruíz, por ser buenos compañeros.

**Gerald Matute**



## Resumen

En todo país se deben priorizar las necesidades que surgen en la sociedad; un buen plan de gobierno debe incluir todos los elementos que son de relevancia, y la Red Vial con una infraestructura de buena calidad es indispensable para el progreso nacional e igualmente, uno de los pilares que garantizan el buen funcionamiento de los demás elementos, no obstante la preocupación en nuestro país, con respecto a los caminos, radica en destinar los fondos a trabajos de pavimentación de la Red Vial, pues la sociedad quiere muchas obras que cambien el panorama en el que se encuentran y ver resultados inmediatos, por lo tanto, la Conservación de los Caminos es un tema poco atractivo ante los sectores político y social.

La necesidad de un esquema favorable de Conservación Vial es notable al observar las condiciones de la mayoría de los Caminos Revestidos a nivel nacional, estos cubren una longitud total de 3,609.635 Km, de los cuales el 94% se encuentra en estado regular o deficiente; sin embargo, toda obra orientada a garantizar mayor calidad, requiere de un gasto proveniente de los fondos del Estado, y por ende, del pago de los impuestos de los ciudadanos nicaragüenses, pero la mayoría no considera que conservar las vías de transporte en buen estado, sea una prioridad y tampoco que este gasto en que incurren los organismos encargados del mantenimiento, sea en realidad una inversión, que producirá beneficios en la actualidad y en el futuro.

Es por ello, que el objetivo primordial de este documento es utilizar el método propuesto por Schliessler y Bull para determinar el valor monetario de la Red de Caminos Revestidos de Nicaragua, con el fin de enfatizar en la importancia de invertir en la conservación temprana, pues la Red Vial Revestida a nivel nacional representa un Valor Patrimonial Actual bastante elevado a simple vista, pero que lamentablemente no alcanza el valor requerido para mantener todas las vías en condiciones mínimas de transitabilidad. Esto, en correspondencia con las deficiencias que presentan la mayoría de los tramos y el insuficiente presupuesto

que reciben el Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI) y el Fondo de Mantenimiento Vial (FOMAV).

Es indiscutible el hecho de que la Conservación del Patrimonio de Caminos es decisiva para el desarrollo de cualquier país. Sin embargo, el concepto y cálculo del valor monetario del Patrimonio Vial no son instrumentos de planificación ni de optimización, sino un medio que permite verificar el grado de éxito de la política aplicada en el pasado. Está basado exclusivamente en datos reales observados y sólo puede analizar los cambios que han ocurrido.

## Abreviaturas y siglas utilizadas

<b>AASHTO</b>	<i>American Association of State Highway and Transportation Officials</i>
<b>ASTM</b>	<i>American Society for Testing Materials</i>
<b>BID</b>	Banco Interamericano de Desarrollo
<b>CEPREDENAC</b>	Centro de Coordinación para la Prevención de los Desastres Naturales en América Central
<b>CEPAL</b>	Comisión Económica para América Latina y el Caribe
<b>CORASCO</b>	Corea y Asociados Sociedad Anónima
<b>FIDEG</b>	Fundación Internacional para el Desafío Económico Global
<b>FOMAV</b>	Fondo de Mantenimiento Vial
<b>HDM</b>	<i>Highway Design and Maintenance Standards Model</i>
<b>INETER</b>	Instituto Nacional de Estudios Territoriales
<b>IRI</b>	Índice de Regularidad Internacional
<b>MTI</b>	Ministerio de Transporte e Infraestructura
<b>PAST-DANIDA</b>	Programa de Apoyo al Sector de Transporte – Agencia Danesa para el Desarrollo Internacional.
<b>PIB</b>	Producto Interno Bruto
<b>PVC</b>	Policloruro de Vinilo
<b>RAAN</b>	Región Autónoma del Atlántico Norte
<b>RAAS</b>	Región Autónoma del Atlántico Sur
<b>ROMAR</b>	Revestimiento y mantenimiento de caminos con uso intensivo de mano de obra
<b>ROMDAS</b>	<i>Road Measurement Data Acquisition System</i> , rugosímetro de respuesta instantánea acoplado a un vehículo para monitorear la desigualdad del pavimento.
<b>RONET</b>	<i>Road Network Evaluation Tools</i> (Herramienta de Evaluaciones y Redes Viales).
<b>SIECA</b>	Secretaría de Integración Económica Centroamericana
<b>TPDA</b>	Tránsito Promedio Diario Anual



<b>CISCONSO</b>	Empresa Ingenieros Consultores
<b>WSA</b>	<i>Wilbur Smith Associates</i>

<b>Cap.</b>	Capítulo
<b>Cm</b>	Centímetro (s)
<b>Col.</b>	Columna
<b>Dpto.</b>	Departamento
<b>Económ.</b>	Económicamente
<b>et. al.</b>	Expresión latina <i>et alii</i> , que significa “y otros”
<b>H</b>	Hora
<b>Ident.</b>	Identificación
<b>Ing.</b>	Ingeniero
<b>Km</b>	Kilómetro (s)
<b>M</b>	Metro (s)
<b>Máx.</b>	Máximo
<b>Mín.</b>	Mínimo
<b>Mm</b>	Milímetro (s)
<b>N°</b>	Número
<b>p.</b>	Página
<b>pp.</b>	Páginas
<b>s.f.</b>	Sin fecha
<b>US \$</b>	Dólares Estadounidenses
<b>Veh.</b>	Vehículo (s)
<b>Vs.</b>	<i>Versus</i>

## ÍNDICE DE CAPÍTULOS, TÍTULOS Y SUBTÍTULOS

<b>I.</b>	<b>EN LO GENERAL .....</b>	<b>1</b>
1.1	INTRODUCCIÓN .....	1
1.2	ANTECEDENTES .....	3
1.3	JUSTIFICACIÓN .....	4
1.4	OBJETIVOS .....	6
1.4.1	Objetivo General .....	6
1.4.2	Objetivos Específicos .....	6
<b>II.</b>	<b>ASPECTOS GENERALES DE LA RED DE CAMINOS .....</b>	<b>7</b>
2.1	ANTECEDENTES DE LA RED VIAL .....	7
2.1.1	Desarrollo Histórico de la Red Vial .....	10
2.2	DEFINICIÓN DE VÍA .....	15
2.3	IMPORTANCIA DE LA RED DE CAMINOS .....	16
2.4	CLASIFICACIÓN DE LOS CAMINOS .....	17
2.4.1	Administrativa .....	18
2.4.1.1	Nacionales de Primera Clase .....	18
2.4.1.2	Nacionales de Segunda Clase .....	18
2.4.1.3	Departamentales de Primera Clase .....	18
2.4.1.4	Departamentales de Segunda Clase .....	18
2.4.1.5	Caminos Vecinales .....	18
2.4.2	Por su Función .....	18
2.4.2.1	Troncal Principal (TP) .....	19
2.4.2.2	Troncal Secundaria (TS) .....	19
2.4.2.3	Colectora Principal (CP) .....	19
2.4.2.4	Colectora Secundaria (CS) .....	19
2.4.2.5	Camino Vecinal (CV) .....	19
2.4.3	Por el Tipo de Construcción .....	21
2.4.3.1	Carreteras Pavimentadas .....	21
2.4.3.2	Caminos No Pavimentados .....	22
<b>III.</b>	<b>CAMINOS REVESTIDOS .....</b>	<b>24</b>
3.1	ELEMENTOS QUE COMPONEN UN CAMINO REVESTIDO .....	24
3.1.1	Derecho de Vía .....	25
3.1.2	Calzada .....	25
3.1.2.1	Revestimiento Superficial .....	26
3.1.2.2	Capa de Base .....	26
3.1.2.3	Sub-base .....	27
3.1.2.4	Sub-rasante .....	28

3.1.2.5	Pendiente Longitudinal.....	28
3.1.2.6	Tipos de Terreno.....	30
<b>3.1.3</b>	<b>Bombeo.....</b>	<b>31</b>
<b>3.1.4</b>	<b>Hombro (Berma).....</b>	<b>31</b>
<b>3.1.5</b>	<b>Corona.....</b>	<b>32</b>
<b>3.1.6</b>	<b>Talud.....</b>	<b>32</b>
<b>3.1.7</b>	<b>Sistema de Drenajes .....</b>	<b>32</b>
3.1.7.1	Cunetas.....	33
3.1.7.2	Contracunetas.....	33
3.1.7.3	Alcantarillas.....	33
3.1.7.4	Cabezales .....	33
3.1.7.5	Canales de Salida .....	33
3.1.7.6	Canales Transversales.....	34
3.1.7.7	Disipadores de Energía.....	34
<b>3.2</b>	<b>LONGITUD REVESTIDA EXISTENTE EN NICARAGUA .....</b>	<b>35</b>
<b>3.3</b>	<b>ESTADO FÍSICO DE LOS CAMINOS REVESTIDOS .....</b>	<b>37</b>
<b>3.3.1</b>	<b>Método de Determinación del Estado de los Caminos .....</b>	<b>37</b>
<b>3.3.2</b>	<b>Índice de Rugosidad Internacional (IRI) .....</b>	<b>38</b>
3.3.2.1	Determinación del IRI.....	38
<b>3.3.3</b>	<b>Inspección Visual .....</b>	<b>39</b>
3.3.3.1	Ahuellamiento .....	39
3.3.3.2	Baches .....	40
3.3.3.3	Pérdida del Material de Rodamiento de la Calzada .....	41
3.3.3.4	Corrugación.....	41
3.3.3.5	Cárcavas Longitudinales .....	42
3.3.3.6	Cárcavas Laterales .....	42
<b>3.3.4</b>	<b>Velocidad de Recorrido .....</b>	<b>43</b>
<b>3.3.5</b>	<b>Clasificación según el Estado Físico .....</b>	<b>43</b>
3.3.5.1	Bueno.....	45
3.3.5.2	Regular.....	45
3.3.5.3	Malo .....	45
<b>3.4</b>	<b>VOLUMEN DE TRÁNSITO .....</b>	<b>46</b>
<b>3.4.1</b>	<b>Vehículo de Diseño .....</b>	<b>46</b>
3.4.1.1	Clasificación Vehicular .....	46
<b>3.4.2</b>	<b>Tránsito Promedio Diario Anual.....</b>	<b>49</b>
<b>IV.</b>	<b>COSTOS UNITARIOS .....</b>	<b>50</b>
<b>4.1</b>	<b>COSTO DE OPERACIÓN VEHICULAR - COV .....</b>	<b>50</b>
<b>4.2</b>	<b>COSTOS RELATIVOS AL CAMINO .....</b>	<b>51</b>
<b>4.2.1</b>	<b>Construcción de Caminos Revestidos .....</b>	<b>51</b>



4.2.2	Obras de Mantenimiento.....	55
4.2.2.1	Operaciones de Mantenimiento de Caminos Revestidos con Grava	55
4.3	RELACIÓN ENTRE LOS COSTOS DE OPERACIÓN VEHICULAR Y LOS COSTOS DEL CAMINO .....	59
V.	CONSERVACIÓN DE CAMINOS.....	61
5.1	IMPORTANCIA DE LA ADECUADA CONSERVACIÓN.....	61
5.2	CAUSAS DE LA AUSENCIA DE CONSERVACIÓN.....	63
5.2.1	La Política y el Patrimonio Vial .....	63
5.2.2	El Enfoque de la Sociedad.....	64
5.3	CONSECUENCIAS DE LA AUSENCIA DE CONSERVACIÓN .....	66
5.3.1	Impacto Ambiental .....	66
5.3.2	Efecto sobre los Costos del Sistema de Transporte Vial .....	68
VI.	COMPORTAMIENTO DEL DETERIORO DE CAMINOS .....	70
6.1	CICLO “NORMAL” DE UN CAMINO .....	70
6.1.1	Fase A. Construcción .....	70
6.1.2	Fase B. Deterioro Lento y Poco Visible.....	70
6.1.3	Fase C. Deterioro Acelerado .....	71
6.1.4	Fase D. Descomposición Total .....	71
6.2	REPRESENTACIÓN GRÁFICA DEL DETERIORO DE LOS CAMINOS	73
VII.	METODOLOGÍA Y DESARROLLO DEL TEMA.....	76
7.1	DESCRIPCIÓN GENERAL DEL DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN .....	76
7.2	DESCRIPCIÓN DE FUENTES DE INFORMACIÓN .....	77
7.2.1	Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI).....	77
7.2.2	Fondo de Mantenimiento Vial (FOMAV) .....	77
7.3	TIPO DE INFORMACIÓN REQUERIDA DE LAS FUENTES .....	77
7.4	PROCEDIMIENTO PARA LA RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN.	78
7.5	PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN .....	78
7.5.1	Costos de Mantenimiento de los Caminos Revestidos .....	79
7.5.2	Ingreso de los datos en la hoja de cálculo.....	87
7.5.2.1	Sector Temático “A” .....	87
7.5.2.2	Sector Temático “B” .....	87
7.5.2.3	Sector Temático “C” .....	88
7.5.2.4	Sector Temático “D” .....	88
7.5.2.5	Sector Temático “E” .....	89
7.6	TIPO DE ANÁLISIS REALIZADO A LA INFORMACIÓN .....	90
7.6.1	La Prueba del “Punto Medio” .....	91

VIII.	ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS .....	92
IX.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	97
9.1	CONCLUSIONES .....	97
9.2	RECOMENDACIONES .....	98
X.	GLOSARIO DE TÉRMINOS .....	101
XI.	BIBLIOGRAFÍA .....	105
XII.	ANEXOS .....	107

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 2.1 Elementos Principales de una Vía.....	16
Ilustración 2.2 Esquema de una Red de Carreteras Rurales Clasificadas Funcionalmente.....	19
Ilustración 2.3 Esquema de una Sección de Red de Calles Suburbanas.....	19
Ilustración 3.1 Elementos Principales de un Camino.....	24
Ilustración 3.2 Elementos Principales de la Sección Transversal de un Camino.....	25
Ilustración 3.3 Sección Estructural Ideal de un Camino Revestido.....	26
Ilustración 3.4 Sección Estructural Real de un Camino Revestido.....	26
Ilustración 3.5 Función de la Capa de Grava.....	27
Ilustración 3.6 Pendiente Longitudinal.....	29
Ilustración 3.7 Obras de Drenaje.....	34
Ilustración 3.8 Ahuellamiento.....	40
Ilustración 3.9 Bache.....	40
Ilustración 3.10 Pérdida de Agregados Superficiales.....	41
Ilustración 3.11 Corrugaciones.....	42
Ilustración 3.12 Deformación de Sección Transversal.....	42
Ilustración 6.1 Una Colección de Sierras.....	75
Ilustración 7.1 Prueba del Punto Medio.....	91
Ilustración 8.1 Resultado de la Prueba del Punto Medio.....	94

## ÍNDICE DE GRÁFICOS, CUADROS Y TABLAS

Gráfico 2.1 Crecimiento de la Red Vial 1940-2011.....	14
Gráfico 2.2 Crecimiento de la Red de Caminos Revestidos 1967-2011.....	14
Gráfico 3.1 Distribución Porcentual de Caminos Revestidos a Nivel Departamental.....	35
Gráfico 3.2 Distribución Departamental de Red de Caminos Revestidos.....	36
Gráfico 3.3 Escala de Rugosidad Internacional para Caminos (IRI).....	44
Gráfico 4.1 Costo Vehículos vs. Costo Camino.....	60
Gráfico 6.1 Deterioro de los Caminos Revestidos con el Transcurso del Tiempo.....	72
Gráfico 7.1 Valor de un Camino.....	77
Gráfico 8.1 Distribución Departamental del Porcentaje de la Red que requiere Rehabilitación/Reconstrucción.....	93
Cuadro 2.1 Matriz de Clasificación Funcional.....	20
Cuadro 2.2 Características Físico-Geométricas de Caminos Asfaltados.....	21
Cuadro 2.3 Características Físico-Geométricas de un Camino Adoquinado.....	22
Cuadro 2.4 Características Físico-Geométricas de los Caminos Revestidos.....	22
Cuadro 3.1 Tipos de Terreno en Función de la Pendiente Longitudinal.....	29
Cuadro 3.2 Características de los Caminos según su Condición Física.....	44
Cuadro 3.3 Tipología y Descripción Vehicular.....	47
Cuadro 7.1 Rangos de Volúmenes de Tránsito.....	79
Cuadro 7.2 Matriz Condición – Topografía – Tránsito.....	80
Cuadro 7.3 Hoja de Cálculo - DETOUR.....	84
Cuadro 8.1 Distribución de los Tramos Revestidos por su Estado Actual.....	94
Cuadro 8.2 Comparación de Valores Obtenidos.....	94

Tabla 2.1 Crecimiento Histórico de la Red Vial de Nicaragua.....	11
Tabla 2.2 Distribución Departamental de Longitud de Caminos Revestidos.....	35
Tabla 8.1 Resumen Departamental del Valor del Patrimonio de Caminos Revestidos de Nicaragua.....	92

## ÍNDICE DE ANEXOS

### **Anexo I**

Cuadro 1. Costo de Mantenimiento Rutinario usado por el MTI.....	ii
Cuadro 2. Costo de Mantenimiento Periódico usado por el MTI.....	ii
Cuadro 3. Costo de Mantenimiento usado por el FOMAV.....	iii

### **Anexo II**

Ilustración 1. Mapa de Precipitación Media Anual de Nicaragua.....	v
--	---

### **Anexo III**

Cuadro 1. Tasas de Crecimiento de Tráfico en Estaciones Permanentes.....	vii
--	-----

### **Anexo IV**

Cuadro 1. Granulometría de la Capa de Grava.....	ix
--	----

### **Anexo V**

Tabla 1. Coeficientes de COV en Función de la Rugosidad.....	xi
--	----

### **Anexo VI**

Ilustración 1. Mapa de Tipos de Terreno de Nicaragua.....	xiii
---	------

### **Anexo VII**

Ilustración 1. Encuesta: Sociedad y Conservación Vial.....	xv
--	----

### **Anexo VIII**

Ilustración 1. Formato de Inspección Visual MTI.....	xvii
--	------

### **Anexo IX**

Cuadro 1. Ejemplos de Hojas de Cálculo DETOUR.....	xx
--	----

### **Anexo X**

Tabla 1. Resultados del Cálculo del Valor del Patrimonio Vial de Caminos Revestidos de Nicaragua.....	xxvii
--	-------

### I. EN LO GENERAL

#### 1.1 Introducción

El Patrimonio Nacional de Caminos “*es el conjunto de toda la Infraestructura Vial, de la cual se esperan beneficios para las generaciones actuales y futuras*”<sup>1</sup>, además se puede afirmar que es uno de los pilares del desarrollo económico y un elemento que presta permanente servicio al conjunto de la sociedad. Sin importar el país donde nos encontremos, todos nos beneficiamos de la Red de Caminos existente en el lugar, de manera directa o indirecta dependemos de esta para lograr transportarnos, realizar actividades de comercio, comunicación o recreacionales, entre otras.

El Valor del Patrimonio Vial puede ser expresado en términos monetarios y uno de los motivos principales para efectuar este cálculo es movilizar fuerzas en defensa de dicho patrimonio; por ello, el presente trabajo monográfico denominado **Determinación y Análisis del Valor del Patrimonio Vial de Caminos Revestidos de Nicaragua** se enfoca en dar importancia a las actividades de conservación y mantenimiento de las vías en el momento adecuado, que eviten la necesidad de recurrir a gastos mayores en concepto de reconstrucción parcial o total de los caminos dañados, lo que justificará la existencia de la Dirección de Conservación Vial del Ministerio de Transporte e Infraestructura, y del Fondo de Mantenimiento Vial, como encargados de las funciones que garantizan calidad a los caminos.

Se pretende que el método de cálculo propuesto pueda seguir siendo utilizado en los años posteriores, puesto que el principal interés debe ser enfocado al cambio relativo del Valor del Patrimonio Vial para que se pueda estimar la magnitud y velocidad de la pérdida o aumento del mismo, y el volumen de inversiones necesarias para los períodos administrativos siguientes.

---

<sup>1</sup>Schliessler, A.; Bull, A. “Caminos. Un nuevo enfoque para la gestión y conservación de redes viales”, 1994, Santiago de Chile, p. 43



Además se procura que la sociedad, en general, considere el hecho de que la construcción del Sistema de Caminos fue una tarea del pasado y lo importante ahora radica en conservar dicho sistema y adaptarlo a las necesidades de los usuarios.

Básicamente, el cuerpo principal de este documento está estructurado en doce capítulos; los primeros seis capítulos abordan los aspectos teóricos necesarios para mejor comprensión del tema, el capítulo séptimo describe la metodología que se utilizó para desarrollar el estudio, lo referente al análisis de los resultados obtenidos se detalla en el octavo capítulo, seguido por las conclusiones y las recomendaciones como aporte final del documento en el capítulo noveno, en los últimos tres capítulos se muestran un glosario de términos relacionados con el tema, la bibliografía y documentos citados, y los anexos que permitan profundizar en los cálculos y los datos que no se reflejan a detalle en este escrito.

### 1.2 Antecedentes

El cálculo del Patrimonio de Caminos Revestidos usando el método propuesto por Schliessler y Bull<sup>2</sup>, para el que se debe tomar en cuenta todos los elementos necesarios y que sean válidos para el diseño y construcción de los Caminos Nacionales, aún no ha sido realizado en nuestro país.

El Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI), a través de la Oficina de Inventario de la Infraestructura del Transporte, ha entregado la publicación anual de la revista que ofrece información acerca de la Red Vial Nacional desde el año 1997. En su publicación más reciente de la revista Red Vial de Nicaragua, se realizó una estimación de este valor para la Red Vial Básica de Caminos a nivel nacional, mediante un *software* llamado *RONET (Road Network Evaluation Tools)*, el cual *“es una herramienta que sirve para evaluar el desempeño de las políticas de mantenimiento y rehabilitación de carreteras e importancia del sector vial para la economía.”*<sup>3</sup>

Esta Herramienta de Evaluación de Redes Viales, la cual fue desarrollada por el Ing. Archondo Callao, del Banco Mundial, y trasladada al idioma español en el año 2009; requiere el ingreso de datos actualizados de costos unitarios de construcción y de mantenimiento, así como la longitud de la Red Vial.

El resultado global manifestado por la herramienta mencionada fue la cantidad de 1,896,703,280 dólares (18% del PIB 2012) para una Red Vial Básica inventariada de 8,156.32 kilómetros, y en caso de los Caminos Revestidos, el resultado global correspondió a 197,257,141.12 dólares para una longitud de 4,939.60 kilómetros. Sin embargo, en este documento se presentará el Valor Patrimonial de Caminos Revestidos a nivel nacional, no sólo de la Red Vial Básica.

---

<sup>2</sup>Schliessler, A.; Bull, A. "Caminos. Un nuevo enfoque para la gestión y conservación de redes viales", 1994. Santiago de Chile, Chile.

<sup>3</sup>Oficina de Inventario Vial-Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI). "Red Vial de Nicaragua 2011", 2012, p. 98

### 1.3 Justificación

En nuestro país no existe un documento que refleje el valor del Patrimonio de los Caminos a nivel nacional, debido a que los valores obtenidos hasta ahora han sido estimaciones basadas en la longitud de la Red Vial Básica; por esta razón, la población carece del conocimiento acerca del gasto real en que incurren el MTI y el FOMAV en materia de Conservación de Caminos.

Como consecuencia de la falta de información, no se ha desarrollado una clara conciencia del valor que representan los caminos, así como de las enormes pérdidas a las que conlleva la ausencia de una adecuada política de conservación de los mismos.

Por otra parte, el cálculo en términos monetarios del Patrimonio Vial, y realizado de manera periódica (anualmente) en nuestro país, puede ser un recurso a utilizar por los organismos delegados a la Construcción y Conservación de Caminos para demostrar eventualmente la eficiencia y eficacia de su gestión, justificando además, el manejo de los recursos que disponen; o bien, recurrir a la demanda de una mayor asignación de estos recursos financieros, pues la conservación de un camino es la que garantiza su prolongada vida útil y la calidad de servicio que prestará a sus beneficiarios.

Además, el fondo destinado por parte del gobierno para la Reconstrucción y Conservación de Caminos, responde a un presupuesto de pre-inversión propuesto por el MTI, con el cual se prioriza trabajar solamente los caminos más importantes y los más deteriorados. Este presupuesto debe ser aprobado por la Asamblea Nacional y de no ser así, el MTI debe reducir la cantidad de obras a realizar, permitiendo que los tramos no atendidos corran el riesgo de continuar deteriorándose y presten un servicio deficiente a los usuarios.

Por lo tanto, existen diversos problemas que se deben combatir con respecto a los caminos: el MTI y el FOMAV cubren solamente el 4% de la Red Nacional<sup>4</sup>, hay muchos caminos no inspeccionados por falta de combustible, el costo de los

---

<sup>4</sup>Entrevista realizada al Ing. Carlos Silva, Director de Mantenimiento Vial. MTI, Noviembre 2012.

materiales de construcción es cada vez mayor, no hay coordinación con otros organismos o empresas que influyen en la alteración de los caminos (encargados de instalaciones y reparaciones de redes de alcantarillado sanitario, agua potable, telefonía, entre otros), parte de la población no tiene conciencia de la importancia de cuidar las vías y hasta las destruyen eliminando reductores de velocidad o haciendo zanjas, obstruyendo los drenajes con basura, además de dañar las señales de tránsito que apoyan a la prevención de accidentes; también existen imprevistos, como lluvias excesivas que producen inundaciones, sismos fuertes que provocan fallas, erupción de cenizas o lava, que dificultan el paso vehicular en las zonas afectadas, entre otros desastres naturales que ocurren y que el presupuesto asignado no es capaz de cubrir totalmente.

Por lo tanto, el cálculo del Valor del Patrimonio de Caminos de nuestro país, garantizará la evaluación de la gestión del Organismo Vial, juzgando acerca del uso que se ha dado a los fondos recaudados, incluso a valorar si estos organismos requieren mayores fondos; y también motivará a la comunidad nicaragüense (si es posible, mediante publicación por radio, televisión, medios escritos o documentos digitalizados) a conservar las vías de transporte, de las que depende el progreso económico del país y la comodidad de los usuarios de las vías.

La presente tesis formará parte de un documento que exprese el Valor del Patrimonio Nacional de Caminos de todos los tipos clasificados en nuestro país y que el MTI pretende publicar como un pliego unificado y oficial, posterior a la revisión exhaustiva de los funcionarios del Ministerio designados a esta tarea. Este será el punto de partida para que en los años posteriores pueda analizarse el cambio del valor del patrimonio con respecto al tiempo y juzgar la eficacia y eficiencia de la gestión vial, que servirá como herramienta para mejorar estos aspectos si fuese necesario, hasta lograr una armonía entre los costos y la calidad de la Infraestructura Vial.

### 1.4 Objetivos

#### 1.4.1 Objetivo General

Determinar el Valor Monetario del Patrimonio Nacional de la Red de Caminos Revestidos del año 2012, por medio del método de cálculo propuesto por Schliessler y Bull, con el fin de enfatizar en la importancia de la conservación temprana de la Red Vial.

#### 1.4.2 Objetivos Específicos

- ✓ Obtener información actualizada acerca de las características físicas y condición de cada tramo de los Caminos Revestidos a nivel nacional, para brindar los datos más recientes.
- ✓ Analizar los costos unitarios de las actividades de construcción, rehabilitación y mantenimiento de los Caminos Revestidos, a partir de los datos proporcionados por el Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI) y el Fondo de Mantenimiento Vial (FOMAV), con el propósito de estudiar la relación entre estos y el estado de los caminos.
- ✓ Procesar los datos de las características físicas y los costos unitarios de cada tramo en una hoja de cálculo programada, con la meta de que se facilite la determinación y análisis del Valor del Patrimonio de Caminos Revestidos en los años posteriores.
- ✓ Interpretar el resultado obtenido del cálculo del Valor del Patrimonio Vial de Caminos Revestidos con la intención de que se demuestre la importancia económica, política y social que merece.

### II. ASPECTOS GENERALES DE LA RED DE CAMINOS

#### 2.1 Antecedentes de la Red Vial

El transporte terrestre a través de caminos ha sido determinante para lograr el desarrollo de nuestro país en diversos aspectos como la comunicación, economía, transitabilidad, salud, educación, comercio y muchas otras actividades que han producido beneficios durante muchos años.

El primer automóvil llegó a Nicaragua en 1902; en 1904 se reportó un total de 50, pero ni las calles ni los caminos facilitaban un transporte terrestre confiable y eficiente. En 1940, la Red Vial de Nicaragua contaba apenas con 201 kilómetros de Caminos, de los cuales sólo 52 kilómetros eran Pavimentados; 24 kilómetros de Caminos de Todo Tiempo, y el resto (125 kilómetros) estaban transitables sólo en Estación Seca.

Durante esa misma época, la II Guerra Mundial presionó a los Estados Unidos de América a promover la construcción de la Carretera Panamericana a lo largo de todo el Continente. Cooperaron con dos tercios del costo y, en Centroamérica, dirigieron los trabajos de ingeniería con personal estadounidense y empresas contratistas de ese país. En Nicaragua se organizó el Departamento de Carreteras, adscrito al Ministerio de Obras Públicas (hoy Ministerio de Transporte e Infraestructura), el cual llegó a ser el bastión de la vialidad nacional. Nicaragua construyó, por administración directa, las carreteras más importantes, fuera de la Panamericana. En la carretera a El Rama, adjudicada al *Bureau of Public Roads* (Oficina de Caminos Públicos), parte del proyecto fue construido directamente por el Departamento de Carreteras, mediante convenio de ayuda suscrito entre Nicaragua y Estados Unidos, país que suministró supervisión y asesoramiento técnico a lo largo del proceso de construcción de las carreteras.

El Banco Mundial permitió esta modalidad de construcción en las carreteras del Programa del Préstamo concedido en 1951, año en que se dieron numerosas innovaciones técnicas que, acompañadas de una política clara dirigida al

## CAPÍTULO II: ASPECTOS GENERALES DE LA RED DE CAMINOS

desarrollo de la Infraestructura Vial, conllevaron al progreso de vastas regiones del país ligado a la importancia económica de estas.

A partir del año 1955, los financiamientos aumentaron y las inversiones ajustadas a presupuestos particulares trajeron como resultado un nuevo empuje a la expansión de la Red Vial. A esa fecha existían 3,687 Km de carreteras, contando con 280 Km de Carreteras Pavimentadas, 707 Km correspondían a Caminos de Todo Tiempo y 2,700 a Caminos de Estación Seca. El Banco Interamericano de Desarrollo (BID) accedió a financiar la construcción de vías con el préstamo concedido en 1965, fecha para la cual se contaba con 6,475 Km de los cuales 811 Km eran pavimentadas. Aún no se habían construido Caminos Revestidos, fue hasta en el año 1967 que empezaron a tomar terreno con un inicio de 955 Km de longitud.

Años más tarde, la construcción fue realizada por contrato, mientras el mantenimiento se hizo directamente. Por muchos años, Nicaragua era mencionada en los Congresos Panamericanos de Carreteras como el país que mejor mantenía su Red Vial.

Entre 1940 y 1970, Nicaragua llegó a desarrollar una Red de Transporte mucho mejor que la del resto de los países centroamericanos, impulsada por financiamientos adecuados y la existencia de un equipo de ingenieros y administradores de alta clasificación, que con sus obras lograron mantener un equilibrio concordante con las necesidades de un rápido crecimiento económico.

El terremoto ocurrido en el año 1972 frenó temporalmente el desarrollo de la red. El Ministerio de Obras Públicas, anual y quinquenalmente publicaba la Revista “Red Vial de Nicaragua”, sin embargo se discontinuó en 1977, para el inventario de Caminos de Terracería y en 1979 para el de Carreteras Pavimentadas. Después de ese año, las estadísticas de la Red Vial se mantuvieron congeladas durante los siguientes cinco años, culminando en 1984 con un lamentable descenso del inventario, producto del período de guerra desarrollada en el país.

En los años 80, la migración de intelectuales, sumada a una seria contracción



## CAPÍTULO II: ASPECTOS GENERALES DE LA RED DE CAMINOS

económica, producto del estallido de la Guerra Civil y de un bloqueo económico, produjo tales daños a la infraestructura, que hasta 1998 no había sido posible su recuperación, a pesar de los esfuerzos que se hicieron en ese período para su rehabilitación y reconstrucción.

En Octubre de 1998, ocurrió el fenómeno natural conocido como huracán Mitch, que además de ocasionar serios daños a la infraestructura del país, produjo la pérdida irremediable de 3,045 vidas humanas.

En el campo de la Infraestructura Vial, el huracán destruyó 29 puentes mayores, con una longitud de 1,376 m. Asimismo 54 puentes mayores se vieron afectados en más del 70%, con una longitud de 2,354 m de calzada severamente perturbada. Se determinaron 1,500 km de Carreteras Pavimentadas afectadas por derrumbes, cortaduras y daños diversos, así como 11,900 km de Caminos de Todo Tiempo y Caminos de Producción con daños de la misma índole.

En resumen se estimó que, de 18,000 km que componían la Red Vial, el 72% fue afectado, lo cual representó un monto de daños estimado en US\$605.3 millones, según datos de la Comisión Presidencial para la Reconstrucción y Transformación de Nicaragua (Comité de Infraestructura), en febrero de 1999.

Con el fin de lograr un mantenimiento sostenible y como una condicionante de organismos de financiamiento internacional, en el año 2000 se creó el Fondo de Mantenimiento Vial (FOMAV), un ente autónomo que recibe un tributo especial proveniente de la venta realizada por las distribuidoras de los bienes derivados del petróleo a las estaciones de servicio público o de uso particular, actualmente este tributo tiene un valor de US\$ 0.16 por galón americano de dichos productos<sup>5</sup>. El FOMAV administra de manera autónoma recursos del Estado que son destinados única y exclusivamente a las actividades de mantenimiento de la Red Vial Mantenible.

Actualmente Nicaragua cuenta con ambos organismos; el MTI y el FOMAV. El primero es un ente del Estado, creado con el propósito de servir a la sociedad y a

---

<sup>5</sup> Ley N° 574-Ley de Creación Del Tributo Especial para el Financiamiento Del Fondo de Mantenimiento Vial (T-FOMAV), diciembre de 2005.

## CAPÍTULO II: ASPECTOS GENERALES DE LA RED DE CAMINOS

todos los sectores económicos mediante la formulación de políticas en materia de transporte y construcción vial, y brindar un servicio de transporte en sus diferentes modalidades que satisfaga las exigencias de la población; mientras que el FOMAV es un ente administrado por su Consejo Directivo y autorizado a administrar de manera autónoma, recursos monetarios captados mediante la aplicación de tarifas y cargos que son destinados de forma única y exclusiva para las actividades de mantenimiento y otras actividades semejantes, de la Red Vial Nacional Mantenible y de la Red Vial Municipal Mantenible.

En la publicación más reciente de la revista anual llamada Red Vial de Nicaragua 2012, emitida por el MTI, se obtuvo como resultado el valor de 23,897.115 Km de longitud total de la red a nivel nacional, de la cual 20,615.032 Km (86.3%) corresponden a la Red Vial No Pavimentada, distribuida de la siguiente manera: 3,609.635 Km de Caminos Revestidos, 9,833.560 Km de Caminos de Todo Tiempo y 7,171.837 Km de Caminos de Estación Seca. La longitud de tramos revestidos ha disminuido en comparación con el año 2011 debido a pavimentación realizada por el MTI, con un valor de 41 Km (1.1%).

### 2.1.1 Desarrollo Histórico de la Red Vial

Los diferentes sectores sociales - como impulsores de la economía nicaragüense - están en constante movimiento, con necesidades de comunicación y medios para llevar a cabo actividades de comercio, lo que conlleva a su desplazamiento por senderos, caminos, carreteras, etc., categorías que evolucionan en acuerdo con la demanda de dichos sectores.

En la Tabla 2.1 (p. 11) y el Gráfico 2.1 (p. 14) se detalla esta evolución a lo largo de seis décadas, según los tipos de caminos que existen en Nicaragua, utilizando la clasificación por tipo de construcción (lo que se explicará posteriormente en este capítulo).

## CAPÍTULO II: ASPECTOS GENERALES DE LA RED DE CAMINOS

Tabla 2.1 Crecimiento Histórico de la Red Vial de Nicaragua

AÑO	TIPO DE SUPERFICIE				TOTAL (Km)
	PAVIMENTADO	REVESTIDO	TODO TIEMPO	ESTACIÓN SECA	
1,940	52		24	125	201
1,941	70		52	176	298
1,942	94		60	142	296
1,943	150		120	162	432
1,944	180		200	72	452
1,945	206		232	20	458
1,946	206		266	45	517
1,947	205		280	30	515
1,948	205		292	20	517
1,949	205		295	100	600
1,950	235		255	100	590
1,951	235		255	100	590
1,952	195		420	2,100	2,715
1,953	210		470	2,400	3,080
1,954	250		560	2,500	3,310
1,955	280		707	2,700	3,687
1,956	300		787	3,000	4,087
1,957	362		904	3,200	4,466
1,958	515		1,164	3,400	5,079
1,959	548		1,170	3,400	5,118
1,960	669		1,868	3,600	6,137
1,961	747		1,790	3,600	6,137
1,962	761		1,790	3,600	6,151
1,963	802		1,790	3,600	6,192

Fuente: Oficina de Inventario Vial-MTI, "Red Vial de Nicaragua 2012", 2013, p. 70

## CAPÍTULO II: ASPECTOS GENERALES DE LA RED DE CAMINOS

Tabla 2.1 Crecimiento Histórico de la Red Vial de Nicaragua (Continuación)

AÑO	TIPO DE SUPERFICIE				TOTAL (Km)
	PAVIMENTADO	REVESTIDO	TODO TIEMPO	ESTACIÓN SECA	
1,964	800		1,825	3,550	6,200
1,965	811		2,114	3,550	6,475
1,966	878		2,261	5,154	6,689
1,967	1,086	955	2,757	5,136	9,952
1,968	1,123	1,015	2,901	5,641	10,175
1,969	1,141	1,032	3,387	5,641	11,201
1,970	1,235	1,130	3,685	6,927	12,977
1,971	1,283	1,134	3,965	6,943	13,325
1,972	1,336	1,121	4,054	6,391	12,902
1,973	1,336	1,121	4,054	6,391	12,902
1,974	1,442	1,189	5,067	8,034	15,732
1,975	1,505	1,607	4,631	9,210	16,953
1,976	1,546	1,751	5,002	9,626	17,925
1,977	1,560	2,549	4,655	9,373	18,137
1,978	1,560	2,549	4,655	9,373	18,137
1,979	1,560	2,549	4,655	9,373	18,137
1,980	1,560	2,549	4,655	9,373	18,137
1,981	1,560	2,549	4,655	9,373	18,137
1,982	1,549	2,206	5,033	5,629	14,417
1,983	1,549	2,206	5,033	5,629	14,417
1,984	1,565	2,383	5,019	5,608	14,575
1,985	1,569	2,758	5,064	5,606	14,997
1,986	1,569	2,758	5,064	5,606	14,997
1,987	1,569	2,758	5,064	5,606	14,997

Fuente: Oficina de Inventario Vial-MTI, "Red Vial de Nicaragua 2012", 2013.

## CAPÍTULO II: ASPECTOS GENERALES DE LA RED DE CAMINOS

Tabla 2.1 Crecimiento Histórico de la Red Vial de Nicaragua (Continuación)

AÑO	TIPO DE SUPERFICIE				TOTAL (Km)
	PAVIMENTADO	REVESTIDO	TODO TIEMPO	ESTACIÓN SECA	
1,988	1,598	2,802	5,171	5,716	15,287
1,989	1,598	2,802	5,171	5,716	15,287
1,990	1,598	2,802	5,171	5,716	15,287
1,991	1,598	2,802	5,171	5,716	15,287
1,992	1,598	2,802	5,171	5,716	15,287
1,993	1,598	2,802	5,171	5,716	15,287
1,994	1,717	2,150	5,002	8,277	17,146
1,995	1,717	2,150	5,002	8,277	17,146
1,996	1,746	2,135	5,716	8,414	18,011
1,997	1,749	2,149	6,114	8,435	18,447
1,998	1,835	2,381	6,299	8,431	18,946
1,999	1,948	2,737	6,208	7,851	18,744
2,000	2,095	2,885	6,058	7,994	19,032
2,001	2,126	2,806	6,165	7,615	18,712
2,002	2,182	2,764	5,981	7,491	18,418
2,003	2,206	3,073	5,950	7,436	18,665
2,004	2,299	3,363	6,278	7,096	19,036
2,005	2,423	3,275	6,386	7,054	19,138
2,006	2,439	3,403	6,662	7,137	19,641
2,007	2,440	3,539	7,060	7,294	20,333
2,008	2,503	3,630	8,053	7,256	21,442
2,009	2,553	3,905	8,335	7,183	21,975
2,010	2,814	3,730	8,388	7,178	22,111
2,011	3,151	3,651	9,721	7,124	23,647
2,012	3,282	3,610	9,833	7,172	23,897

Fuente: Oficina de Inventario Vial-MTI, "Red Vial de Nicaragua 2012", 2013.

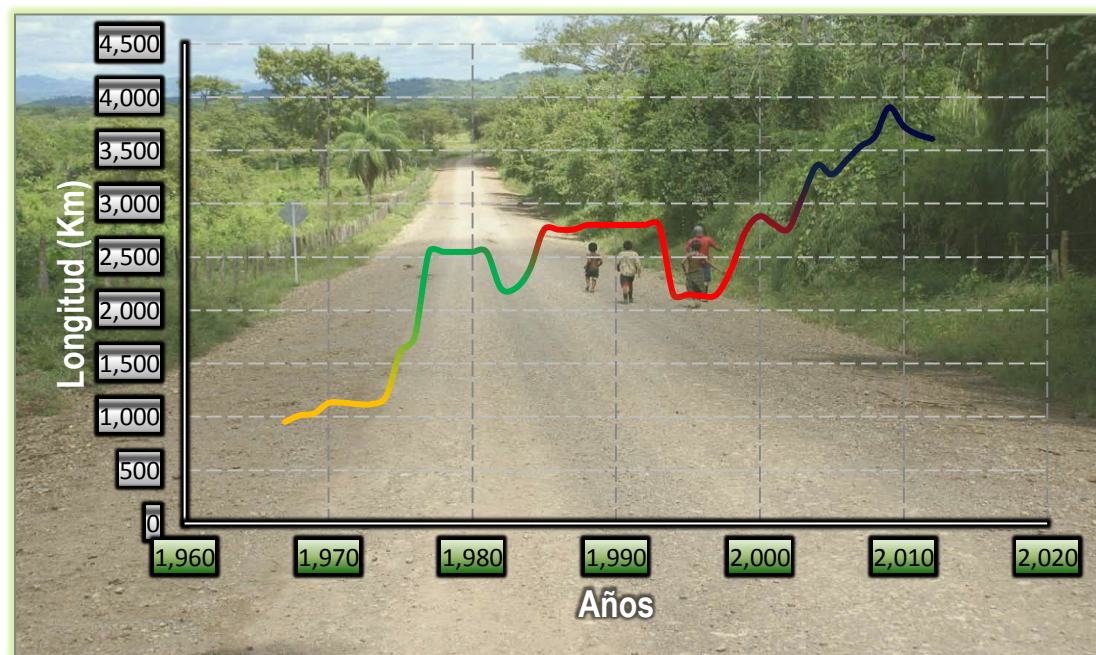
## CAPÍTULO II: ASPECTOS GENERALES DE LA RED DE CAMINOS

Gráfico 2.1 Crecimiento de la Red Vial 1940-2012



Fuente: Elaborado con los datos de la Tabla 2.1

Gráfico 2.2 Crecimiento de la Red de Caminos Revestidos 1967-2012



Fuente: Elaborado con los datos de la Tabla 2.1

El desarrollo de los Caminos Revestidos como vía de transporte terrestre, empezó luego de casi tres décadas del inicio de construcción de la Red Vial, esto puede comprobarse al observar la Tabla 2.1 (p. 11), y su evolución se manifiesta en el Gráfico 2.2.



### 2.2 Definición de Vía

Una Vía es toda carretera, camino o calle de carácter urbano o rural, que pertenece al dominio público, cualquiera sea su estado o condición estructural, que es administrada por el Estado, y destinada al uso público, con libertad de acceso a todos, siempre que se cumpla con los requisitos generales, no discriminatorios que la ley establezca.

La Vía será funcional de acuerdo con su tipo, características geométricas y volúmenes de tránsito, de tal manera que ofrezca una adecuada movilidad a través de una suficiente Velocidad de Operación. Su geometría debe tener como premisa básica, ser segura, a través de un diseño simple y uniforme. Será cómoda en la medida en que se disminuyan las aceleraciones de los vehículos y sus variaciones, lo que se logrará ajustando las curvaturas de la geometría y sus transiciones a las velocidades de operación por las que optan los conductores a lo largo de los tramos rectos.

Por otra parte, será estética al adaptarla al paisaje, permitiendo generar visuales agradables a las perspectivas cambiantes, produciendo para el conductor un recorrido fácil. Será económica cuando, cumpliendo con los demás objetivos, ofrece el menor costo posible, tanto en su construcción como en su mantenimiento. Finalmente, deberá ser compatible con el medio ambiente, lo cual se logra adaptándola en lo posible a la topografía natural, a los usos del suelo y al valor de la tierra, y procurando mitigar o minimizar los impactos ambientales.

En la Ilustración 2.1, de la página siguiente, se muestran los elementos principales que contiene una vía, los que serán descritos en el siguiente capítulo.



## CAPÍTULO II: ASPECTOS GENERALES DE LA RED DE CAMINOS

Ilustración 2.1 Elementos Principales de una Vía



Fuente: Oficina de Inventario Vial-MTI, "Red Vial de Nicaragua 2012", 2013, p. 17

### 2.3 Importancia de la Red de Caminos

Los caminos constituyen una importante fracción del patrimonio público del país, los que además de facilitar la comunicación entre sus habitantes, permiten el desarrollo social y económico dentro del territorio. Pero también representan una gigantesca inversión cuyo valor se debe preservar mediante una política inteligente de conservación.

En términos generales, todos obtenemos beneficios provenientes de la existencia de los caminos; éstos prestan servicios a los usuarios directos que transitan dentro de sus vehículos y pueden tener diversos motivos para desplazarse, como pueden ser: traslado de personas o bienes de un lugar a otro, dirigirse a su respectivo centro de trabajo, realizar actividades comerciales, o simplemente, por motivos recreacionales.

De la Red de Caminos dependen también los transportistas, entre los que podemos mencionar a los dueños y operadores de camiones, autobuses y vehículos utilitarios, los cuales, debido a que sus actividades empresariales o laborales se desarrollan en los caminos, se convierten en los principales beneficiarios del Sistema Vial.

Otro grupo que recibe grandes beneficios son los productores de bienes o servicios, quienes, a pesar de poseer vehículos propios, normalmente dejan en

## CAPÍTULO II: ASPECTOS GENERALES DE LA RED DE CAMINOS

manos de terceros el traslado de los insumos que requieren, así como el envío de sus productos a los diversos mercados, demandando a este transporte, rapidez, seguridad a sus insumos o productos y el menor costo posible.

Un caso similar ocurre con los pasajeros de las empresas de transporte, agregando un interés especial por la seguridad personal.

Los consumidores también se ven afectados, pues los diversos productos que obtienen mediante la compra, tuvieron que ser trasladados a puntos de venta cercanos para mayor comodidad de los mismos.

Existen grupos para los cuales la Infraestructura Vial es su principal fuente de actividades, tal es el caso de los funcionarios del Organismo Vial, el cual tiene teóricamente como razón de ser, la elaboración de todas las tareas que exige un buen funcionamiento de la Red Vial; o de los contratistas, que tienen como giro principal la ejecución de obras nuevas o mejoramientos de caminos.

Como puede comprobarse, son muchos los individuos o grupos que se benefician de las vías. En realidad, abarcan la comunidad nacional entera. Es por esto que el Patrimonio de Caminos merece interés por parte de todos los sectores del país.

### 2.4 Clasificación de los Caminos

*“La clasificación de las carreteras en diferentes sistemas operacionales, clases funcionales o tipos geométricos es necesaria para la comunicación entre los ingenieros, administradores y el público en general. Los diferentes esquemas de clasificación se han aplicado con diferentes propósitos en regiones urbanas y rurales.”<sup>6</sup>*

Los tres tipos de clasificación existentes en nuestro país y que se encuentran contenidos en la revista “Red Vial de Nicaragua”, son los siguientes:

---

<sup>6</sup> American Association of State Highway and Transportation (AASHTO), “Diseño Geométrico de Carreteras y Calles, AASHTO-1994”, Washington, D.C., Estados Unidos. Capítulo 1, p. 1

## **CAPÍTULO II: ASPECTOS GENERALES DE LA RED DE CAMINOS**

### **2.4.1 Administrativa**

Esta clasificación se basa en la división política del país y su principal uso radica en la elaboración de normas de diseño constructivas, a partir de ella.

#### **2.4.1.1 Nacionales de Primera Clase**

Carreteras que comunican ciudades de más de 100,000 habitantes con los puertos o las fronteras internacionales.

#### **2.4.1.2 Nacionales de Segunda Clase**

Comunican ciudades de más de 25,000 habitantes. Sirven para acortar las distancias entre las carreteras principales y los lugares importantes de recreo.

#### **2.4.1.3 Departamentales de Primera Clase**

Conectan ciudades de 5,000 a 25,000 habitantes.

#### **2.4.1.4 Departamentales de Segunda Clase**

Conectan ciudades de menos 5,000 habitantes.

#### **2.4.1.5 Caminos Vecinales**

Conectan fincas y poblados con las carreteras de las categorías anteriores.

### **2.4.2 Por su Función**

Esta clasificación agrupa a las carreteras y caminos según la naturaleza del servicio que están supuestas a brindar, lo que a su vez tiene estrecha relación con la estructura y categorización de los viajes. A partir del año 2004 el MTI, en coordinación con la Oficina del Programa de Apoyo al Sector Transporte (PAST-DANIDA), realizó un ajuste de los parámetros y sus rangos en acuerdo con las

## CAPÍTULO II: ASPECTOS GENERALES DE LA RED DE CAMINOS

condiciones actuales de la Red Vial.

Como resultado, la clasificación de las carreteras del país fue definida en cinco tipos:

### 2.4.2.1 Troncal Principal (TP)

### 2.4.2.2 Troncal Secundaria (TS)

### 2.4.2.3 Colectora Principal (CP)

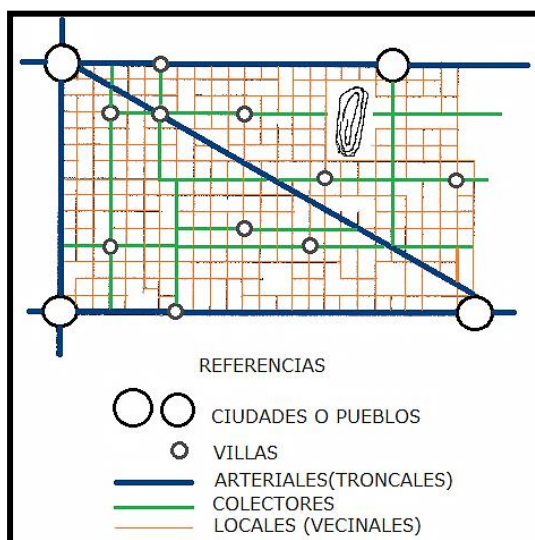
### 2.4.2.4 Colectora Secundaria (CS)

### 2.4.2.5 Camino Vecinal (CV)

Esta se resume en la Matriz de Clasificación Funcional (Cuadro 2.1, p. 20), de la cual se excluyen las trochas y veredas debido a que no se cuenta con información de las mismas.

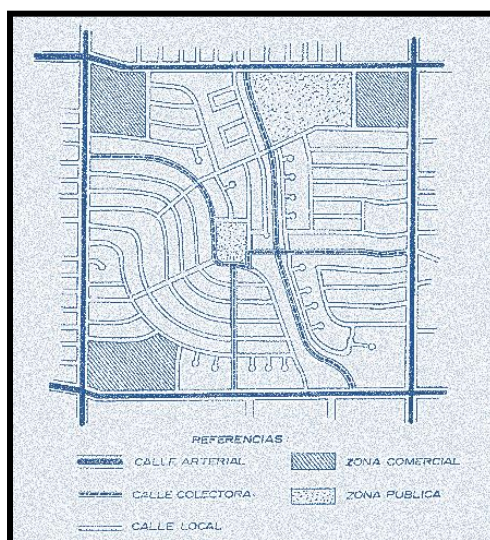
La Ilustración 2.2 y la Ilustración 2.3, reflejan esquemas representativos de la clasificación funcional de las redes rural y urbana, respectivamente.

Ilustración 2.2 Esquema de una Red de Carreteras Rurales Clasificadas Funcionalmente



Fuente: AASHTO, "Diseño Geométrico de Carreteras y Calles, AASHTO-1994", Cap. 1, p. 6

Ilustración 2.3 Esquema de una Sección de Red de Calles Suburbanas



Fuente: AASHTO, "Diseño Geométrico de Carreteras y Calles, AASHTO-1994", Cap. 1, p. 7

## CAPÍTULO II: ASPECTOS GENERALES DE LA RED DE CAMINOS

**Cuadro 2.1 Matriz de Clasificación Funcional**

ITEM	CRITERIOS	I	II	III	IV	V	VI
		TRONCALES		COLECTORES		VECINALES	TROCHAS Y VEREDAS
		PRINCIPALES	SECUNDARIOS	PRINCIPALES	SECUNDARIOS		
<b>A</b>	Importancia en la Red Vial a nivel de la región centroamericana	*Parte de la Red Vial de Centroamérica.					
<b>B</b>	Importancia en la Red Vial a nivel nacional	*Conectan Cabeceras Departamentales o Centros Urbanos con más de 50 mil habitantes.	*Conectan Cabeceras Departamentales o centros económicos importantes. *Dan acceso a puestos de fronteras (Teotecacinte, Puerto Morazán). *Se usan como conexión entre dos caminos principales troncales.				
<b>C</b>	Importancia en la Red Vial a nivel regional de Nicaragua			*Conectan una o varias cabeceras municipales con un número de más de 10 mil habitantes a la red nacional. *Conectan una zona con un número total de más de 10 mil habitantes a la red nacional. *Se usan como conexión entre dos caminos troncales secundarios.	*Conectan una zona o un municipio a la red nacional. *Conectan una zona o un municipio con más de 5 mil habitantes a la red nacional.		
<b>D</b>	Importancia en la Red Vial a nivel municipal de Nicaragua				*Caminos de alta importancia para la municipalidad.	*Incluido en el actual inventario del MTI y que no cumplen con algunos de los criterios	*No incluido en el actual Inventario Vial.
<b>E</b>	Flujo de Tráfico (TPDA)	Mayor de 1000 veh./día	Promedio: 500 veh./día	Promedio: 500 veh./día	Mayor de 50 veh./día	Menor de 50 veh./día	

Fuente: Oficina de Inventario Vial-MTI, "Red Vial de Nicaragua 2012", 2013, p. 26

## CAPÍTULO II: ASPECTOS GENERALES DE LA RED DE CAMINOS

### 2.4.3 Por el Tipo de Construcción

Otra manera de tipificar a los caminos es mediante las especificaciones respectivas a su proceso constructivo y los materiales utilizados en la estructura de los mismos. De la revista “Red Vial de Nicaragua” fueron tomadas las definiciones de los tipos de caminos contenidos en esta clasificación y son los siguientes:

#### 2.4.3.1 Carreteras Pavimentadas

Se encuentran principalmente en el Sistema de Carreteras Troncales clasificándose en Pavimentos Rígidos (Concreto Hidráulico), Pavimentos Semi-Rígidos (Adoquines) y Pavimentos Flexibles (Tratamiento Superficial Bituminoso Simple y Doble, Concreto Asfáltico en Caliente y en Frío). En su mayoría incorporan normas de diseño y drenaje apropiado.

Las características físicas y geométricas de ese diseño se detallan para las superficies de asfalto y de adoquines, mostrados en los cuadros 2.2 y 2.3 (página siguiente), respectivamente.

Cuadro 2.2 Características Físico-Geométricas de Caminos Asfaltados

CARACTERÍSTICA	RANGO
Ancho de Corona	6.0 - 10.0 m
Ancho de Calzada	6.0 - 7.3 m
Derecho de Vía	*20.0 - 40.0 m
Bombeo	2.0 - 3.0 %
Velocidad de Diseño	60.0 - 80.0 Km.
Pendiente Máxima	3.0 - 8.0 %
Pendiente Ponderada	0.5 - 4.5 %
Carga de Puente	HS15 - 44, HS-20-44 y HS-20-44+25%

\* Según Ley de 1952

Fuente: Oficina de Inventario Vial-MTI, “Red Vial de Nicaragua 2012”, 2013, p. 16



## CAPÍTULO II: ASPECTOS GENERALES DE LA RED DE CAMINOS

Cuadro 2.3 Características Físico-Geométricas de un Camino Adoquinado

CARACTERÍSTICA	RANGO
<b>Ancho de Corona</b>	<b>5.7 - 9.0 m</b>
<b>Ancho de Calzada</b>	<b>5.5 - 7.0 m</b>
<b>Derecho de Vía</b>	<b>11 - 38.0 m</b>

Fuente: Oficina de Inventario Vial-MTI, “Red Vial de Nicaragua 2012”, 2013, p. 16

### 2.4.3.2 Caminos No Pavimentados

#### Caminos Revestidos

Son caminos cuyo trazado geométrico obedece a algún diseño estudiado y tienen drenaje suficiente para permitir el tráfico durante la estación lluviosa. La superficie es de grava, cuyo espesor mínimo es de 25 cm. Posee un ancho de corona entre 4 y 8 metros, el cual permite una circulación vehicular cómoda para ambos sentidos, pero estará en dependencia de la topografía del terreno.

Las características de diseño de los Caminos Revestidos se detallan en el cuadro siguiente:

Cuadro 2.4 Características Físico-Geométricas de los Caminos Revestidos

CARACTERÍSTICA	RANGO
<b>Ancho de Corona</b>	<b>4 – 8m</b>
<b>Ancho de Calzada</b>	<b>Incluido en la corona</b>
<b>Derecho de Vía</b>	<b>12 - 46.0 m</b>
<b>Pendiente Máxima</b>	<b>0.09 - 22.59 %</b>

Fuente: Oficina de Inventario Vial-MTI, “Red Vial de Nicaragua 2012”, 2013, p. 16

#### Caminos de Todo Tiempo

Su trazo geométrico no ha sido diseñado, ajustándose más que todo a la topografía del terreno; permiten la circulación del tráfico todo el año y la superficie de rodamiento está conformada por suelos estables con un espesor mínimo de 15 centímetros. Su ancho de corona varía entre 3 y 4 metros, lo cual no resulta ser suficiente para una circulación cómoda en ambos sentidos.



## **CAPÍTULO II: ASPECTOS GENERALES DE LA RED DE CAMINOS**

### **Caminos de Estación Seca**

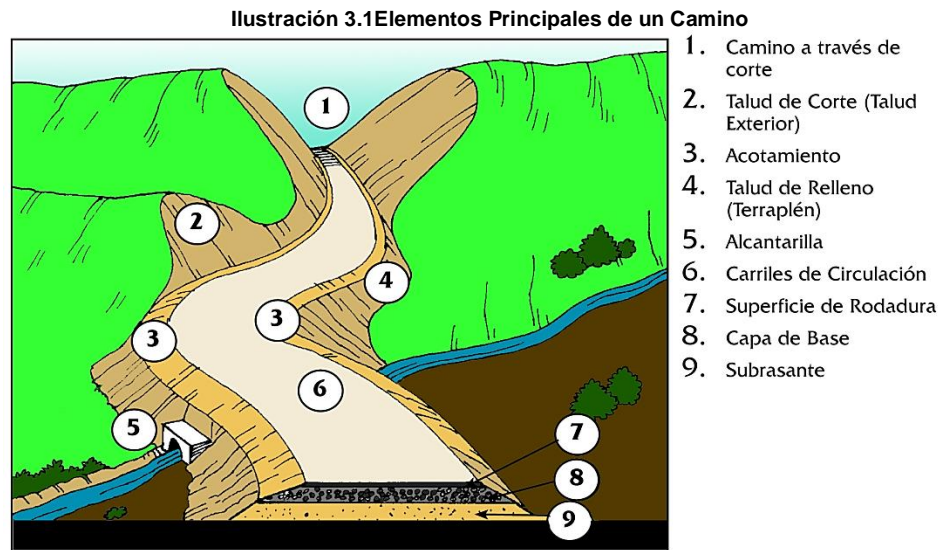
No cuentan con un diseño geométrico, sino que su trazado obedece a los lineamientos naturales del terreno. La superficie de rodamiento la constituye el terreno natural, por lo general la conforman materiales de tipo arcilloso, que hace que la circulación del tráfico quede interrumpida en la estación de lluvia. Los anchos de corona oscilan entre 2.5 a 3.0 metros; igual que los Caminos de Todo Tiempo, éstos no permiten una circulación cómoda en ambos sentidos.

### III. CAMINOS REVESTIDOS

#### 3.1 Elementos que Componen un Camino Revestido

Para asegurar un viaje cómodo, rápido, seguro y económico, las Normas Técnicas exigen que el camino tenga pendientes suaves, curvas amplias y buena visibilidad, pero debido a que normalmente el terreno no presenta una topografía así, se hace necesario realizar obras que alteren el terreno natural.

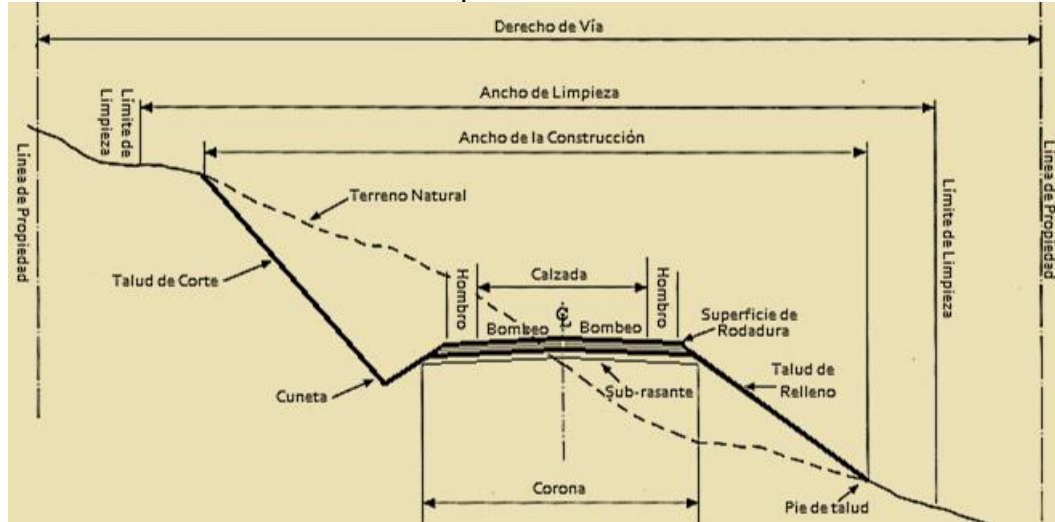
En la Ilustración 3.1, se observan algunas, tales como cortar cerros (1) y (2), rellenar depresiones y quebradas (4) y construir obras de drenaje (5). Éstas son las denominadas Obras Básicas y constituyen la base sobre la que se construyen las capas que garantizan la transitabilidad del camino, que son un conjunto de estratos diseñados para satisfacer los requisitos específicos de los caminos y del tránsito previsto, permiten que la superficie del camino sea firme y plana, de modo que los vehículos puedan desplazarse en forma cómoda y rápida. Las capas pueden ser de diferentes materiales y espesores, y sirven para dar apoyo, firmeza y durabilidad a la superficie visible (7), (8) y (9).



Fuente: Adaptado de Keller & Sherar, "Ingeniería de Caminos Rurales. Guía de Campo para las Mejores Prácticas de Gestión de Caminos Rurales", 2005, México.

Suponiendo la realización de un corte transversal (sección A-A) al camino observado en la figura anterior (Ilustración 3.1), se obtiene una Sección Transversal Típica de éste (Ilustración 3.2, p. 25).

Ilustración 3.2 Elementos Principales de la Sección Transversal de un Camino



Fuente: Adaptado de Keller & Sherar, "Ingeniería de Caminos Rurales. Guía de Campo para las Mejores Prácticas de Gestión de Caminos Rurales", 2005, México.

La definición de los elementos principales, así como otras referencias conceptuales que facilitan la comprensión de dichos elementos, se presentan a continuación:

### 3.1.1 Derecho de Vía

*"Derecho de Vía es el área o superficie del terreno propiedad del Estado, destinado al uso de una carretera o camino, con zonas adyacentes utilizadas para las instalaciones y obras complementarias y delimitadas a ambos lados por los linderos de las propiedades colindantes."*<sup>7</sup>

En el caso de nuestro país, el Derecho de Vía Mínimo para los caminos clasificados como Vecinales y Colectoras Secundarias es de 30 metros, para Colectoras Primarias y Troncales es de 50 metros. Sin embargo, para el caso de Caminos Revestidos, este varía entre 12 metros y 46 metros.

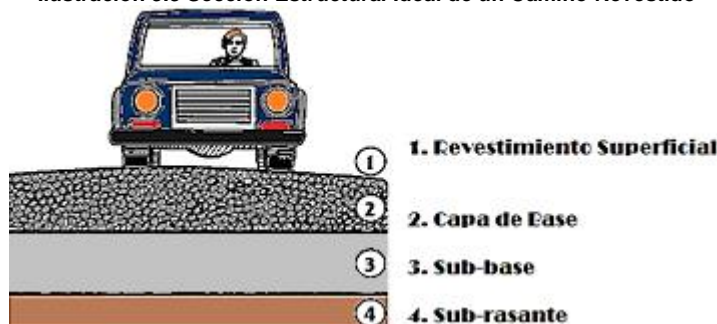
### 3.1.2 Calzada

Dentro del Derecho de Vía se realiza el acondicionamiento de una franja del terreno para la construcción del camino, esta se denomina Calzada y es la parte del camino construida para la circulación de vehículos en movimiento, incluidos

<sup>7</sup> García & Aburto, "Manual Elemental del Servicio de Rehabilitación y Mantenimiento de Calles y Caminos", 2001, Managua, Nicaragua, p. 23

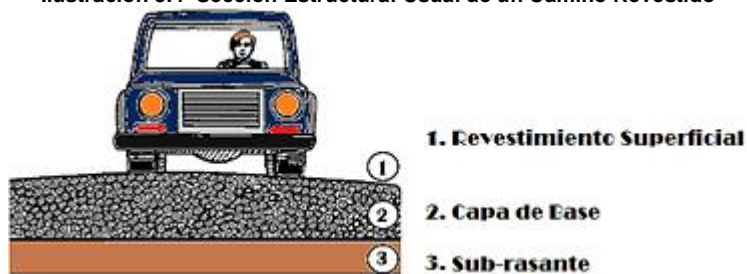
los carriles de tránsito y los apartaderos de paso (se excluyen los hombros). A continuación se muestra una representación de la estructura ideal de Camino Revestido (Ilustración 3.3) y se compara con la estructura “real” (Ilustración 3.4) que es la que se utiliza en Nicaragua, generalmente.

Ilustración 3.3 Sección Estructural Ideal de un Camino Revestido



Fuente: Adaptado de Keller & Sherar, “Ingeniería de Caminos Rurales. Guía de Campo para las Mejores Prácticas de Gestión de Caminos Rurales”, 2005, México

Ilustración 3.4 Sección Estructural Usual de un Camino Revestido



Fuente: Adaptado de Keller & Sherar, “Ingeniería de Caminos Rurales. Guía de Campo para las Mejores Prácticas de Gestión de Caminos Rurales”, 2005, México

Como puede observarse en las ilustraciones anteriores, la diferencia radica en la ausencia de capa de sub-base en la construcción de la mayoría de los caminos de la red nacional, como consecuencia, quizás, de la asignación de recursos económicos insuficientes para este tipo de tarea.

### 3.1.2.1 Revestimiento Superficial

Se conoce también como Superficie de Rodadura o Rodamiento y está en contacto directo con los vehículos. Posee pendiente transversal (bombeo o comba) que ayuda a escurrir el agua hacia los drenajes laterales del camino.

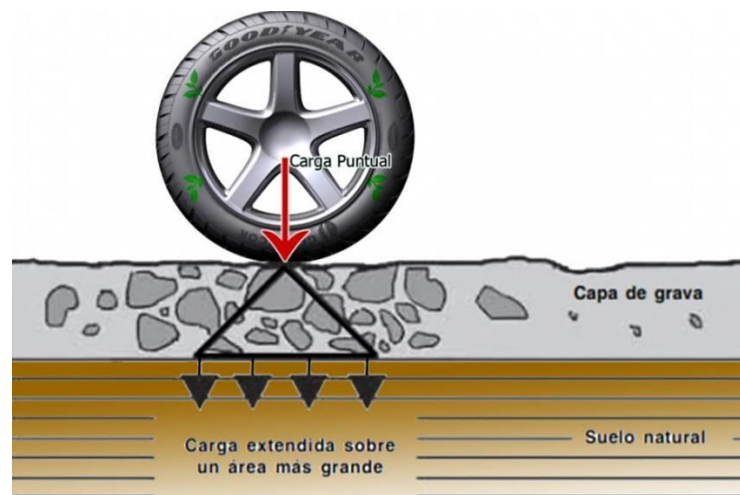
### 3.1.2.2 Capa de Base

Ésta es la capa principal de transmisión de cargas en los carriles de circulación.

El material de la Capa de Base está constituido normalmente por Grava Natural con tamaño máximo de 37.5 mm, extraída de un banco de materiales, o por Grava Triturada con un tamaño máximo de 25 mm. En nuestro país se recomienda un espesor mínimo de 25 cm. Posee la característica de drenaje natural debido a los espacios entre sus partículas.

*“Un problema grande, es que la carga del vehículo impuesta sobre el camino es concentrada. (...) El constructor de caminos pone un material de superficie entre la llanta y el suelo natural para distribuir la carga, es decir, para que el suelo no sea deformado.”<sup>8</sup>*

Ilustración 3.5 Función de la Capa de Grava



Fuente: Adaptado de Andersson et al. "Revestimiento y mantenimiento de caminos con uso intensivo de mano de obra (ROMAR) – Manual", 2003, Lima, Perú.

La Ilustración 3.5, muestra cómo la capa de grava toma la carga de tráfico concentrada y la extiende sobre un área más grande del suelo natural.

### 3.1.2.3 Sub-base

Esta es la capa secundaria de distribución de la carga y que subyace a la Capa de Base. Normalmente está constituida por un material que tiene una menor resistencia y durabilidad que la del material usado en la Base. En Nicaragua, está compuesto por una capa de Material Selecto, con espesor variable entre 15

<sup>8</sup> Andersson, Beusch, & Miles "Revestimiento y mantenimiento de caminos con uso intensivo de mano de obra (ROMAR) – Manual", 2003, Lima, Perú, p. 155

y 20 cm, aunque por lo general en nuestro país no se provee a los caminos de esta capa, principalmente por la falta de recursos financieros para ello.

### 3.1.2.4 Sub-rasante

Es la superficie del suelo firme compactado o suelo estabilizado y mejorado, sobre la cual se construyen las demás capas anteriores.

*“Los caminos que se construyen para el tráfico de unos pocos vehículos livianos, o sobre suelos muy buenos, podrían no necesitar todas estas capas. A veces sólo es suficiente agregar una buena capa superficial sobre el suelo natural. Hay incluso casos donde el suelo natural es suficientemente fuerte para soportar el número proyectado de vehículos (grava in situ).”<sup>9</sup>*

### 3.1.2.5 Pendiente Longitudinal

Es la inclinación de una Rasante en el sentido de avance (a lo largo de la línea del centro), donde la Rasante es comprendida como la línea que une las cotas de un camino terminado.

Una Pendiente Longitudinal mínima de un camino debe ser apta para el drenaje adecuado. Donde no puede lograrse, pueden presentarse problemas severos del drenaje, ya que es muy difícil llevar la corriente de agua fuera del camino. La única solución puede ser los drenajes muy grandes de vertido, que llevan el agua fuera de las cunetas laterales y la dispersan con seguridad en un terreno contiguo. Los Drenajes de Vertido deben proporcionarse tan a menudo como sea posible, de manera que el volumen de agua acumulada en cada drenaje no sea demasiado fuerte y no cause erosión a los terrenos adyacentes. Eso, sin embargo, a menudo causa problemas porque el flujo de agua no será suficiente para llevarse todos los sedimentos en el curso del agua.

Al otro extremo, la pendiente máxima deseable en los caminos cubiertos con grava no debe exceder una longitud de 100 m. Para la determinación de esta

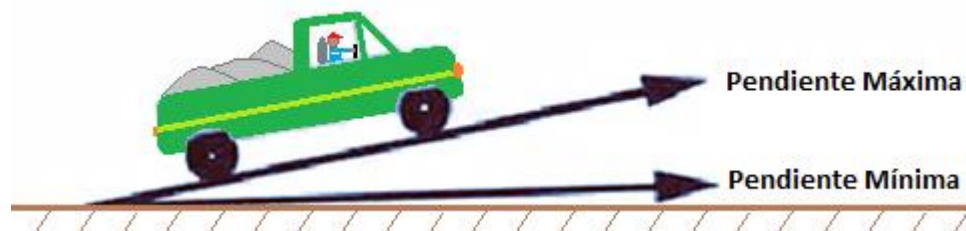
---

<sup>9</sup> Andersson et al. “Revestimiento y mantenimiento de caminos con uso intensivo de mano de obra (ROMAR) – Manual”, 2003, Lima, Perú.

### CAPÍTULO III: CAMINOS REVESTIDOS

pendiente se debe tomar en cuenta que la mayoría de los vehículos cargados no podrán subir las pendientes con una inclinación muy grande en este tipo de superficie. Una ilustración de un camino con pendientes máxima y mínima se muestra a continuación.

Ilustración 3.6 Pendiente Longitudinal



Fuente: Adaptado de Andersson et al. "Revestimiento y mantenimiento de caminos con uso intensivo de mano de obra (ROMAR) – Manual", 2003, Lima, Perú, p. 11

*“La inclinación de la rasante estará determinada en función de la configuración del terreno y del volumen de tránsito previsto en el tramo a estudiar. La Pendiente Máxima será la mayor inclinación de Rasante que se permita en el proyecto. Se pueden utilizar pendientes más pronunciadas, pero el menor espaciamiento entre los intercambios y la necesidad de frecuentes cambios de velocidad, hace aconsejable el uso de pendientes menores y restringidas a sus rangos más bajos.”<sup>10</sup>*

<sup>10</sup>Secretaría de Integración Económica Centroamericana (SIECA), "Manual Centroamericano de Normas para el diseño Geométrico de las Carreteras Regionales", 2004, Guatemala, Cap. 7, p.7



## 3.1.2.6 Tipos de Terreno

Cuadro 3.1 Tipos de Terreno en Función de la Pendiente Longitudinal

Tipo de Terreno	Plano	Ondulado	Montañoso
Pendiente longitudinal (%)	<3	3 - 5	>5

Fuente: Jiménez, Edgar. "Diseño Geométrico de Vías". Universidad de Ibagué. Citado por (Oficina de Inventario Vial-MTI, "Red Vial de Nicaragua 2012", 2013, p. 17)

El documento "Diseño Geométrico de Carreteras y Calles" de la AASHTO-1994, identifica las tres categorías generales de terreno del cuadro anterior<sup>11</sup>, en la forma que se describe seguidamente:

## a) Terreno Plano

Es esa condición donde las distancias de visibilidad viales, que están gobernadas por las restricciones horizontal y vertical, son generalmente largas o podrían ser así sin difícil construcción o grandes gastos.

*"Está constituido por amplias extensiones libres de obstáculos naturales y una cantidad moderada de obras construidas por el hombre, lo que permite seleccionar con libertad el emplazamiento del trazado haciendo uso de muy pocos elementos de características mínimas. El relieve puede incluir ondulaciones moderadas de la Rasante para minimizar las alturas de cortes y terraplenes; consecuentemente la Rasante de la Vía estará comprendida mayoritariamente entre  $\pm 3\%$ ."*<sup>12</sup>

## b) Terreno Ondulado

Condición donde las pendientes naturales consecuentemente se elevan sobre y caen debajo de la Pendiente de Camino o Calle y donde ocasionales pendientes fuertes ofrecen alguna restricción al alineamiento horizontal y vertical del camino.

<sup>11</sup> AASHTO, "Diseño Geométrico de Carreteras y Calles, AASHTO-1994", Washington, D.C., Estados Unidos. Cap. 3, p. 118

<sup>12</sup> Corea y Asociados S.A. (CORASCO); MTI, "Manual para la Elaboración de Términos de Referencia para Diseño de Carreteras", 2008, p. 39



*“Está constituido por un relieve con frecuentes cambios de cota que si bien no son demasiado importantes en términos absolutos, son repetitivos, lo que obliga a emplear pendientes de distinto sentido (...), según la categoría de la ruta.”<sup>13</sup>*

#### **c) Terreno Montañoso**

Es la condición donde los cambios longitudinales y transversales en la cota del terreno con respecto al camino o calle son abruptos y donde los blanqueos o escalonamientos y excavación lateral del cerro son frecuentemente requeridos para obtener un aceptable alineamiento horizontal y vertical.

*“Está constituido por Cordones Montañosos o 'Cuestas', en las cuales el trazado salva desniveles considerables en términos absolutos. La Rasante del proyecto presenta pendientes sostenidas (...) según la Categoría del Camino, ya sea subiendo o bajando. La planta está controlada por el relieve del terreno (Laderas de fuerte inclinación transversal, Quebradas profundas, etc.) y también por el desnivel a salvar (...) En consecuencia, el empleo de elementos de características mínimas será frecuente y obligado.”<sup>14</sup>*

#### **3.1.3 Bombeo**

*“La sección transversal de la calzada sobre un alineamiento recto tiene una inclinación llamada Bombeo, el cual tiene por objeto facilitar el drenaje o escurrimiento de las aguas de lluvia lateralmente hacia las cunetas. El bombeo varía dependiendo de la intensidad de las lluvias en la zona del proyecto del 1% al 4%.”<sup>15</sup>*

#### **3.1.4 Hombro (Berma)**

Son las franjas de carretera ubicadas entre los carriles de circulación (que forman la calzada) y los bordes de los taludes. Se le llama Hombro Interior cuando está junto al talud en corte y, Hombro Exterior cuando está junto al talud de un terraplén (relleno).

---

<sup>13</sup>CORASCO; MTI, “Manual para la Elaboración de Términos de Referencia para Diseño de Carreteras”, 2008, p. 39

<sup>14</sup>CORASCO; MTI, “Manual para la Elaboración de Términos de Referencia para Diseño de Carreteras”, 2008, p. 39

<sup>15</sup>CORASCO; MTI, “Manual para la Revisión de Diseños Geométricos”, 2008, p. 58

La SIECA, en su publicación Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de las Carreteras Regionales<sup>16</sup>, indica que las funciones que realizan los hombros son:

- ✓ Proveer espacios para acomodar los vehículos que ocasionalmente sufren desperfectos durante su recorrido.
- ✓ Dar estabilidad estructural a los carriles de circulación vehicular por medio del confinamiento.
- ✓ Permitir los movimientos peatonales en ciertas áreas donde la demanda lo justifique.
- ✓ Proporcionar el espacio lateral libre suficiente para la instalación de las señales verticales de tránsito.

#### 3.1.5 Corona

El ancho de la Corona incluye la Calzada y los Hombros y se define como la sección comprendida entre los bordes de los taludes. Para un Camino Revestido, este ancho varía entre 4 y 8 metros.

#### 3.1.6 Talud

El Talud es la pendiente comprendida entre el borde del carril de tránsito y la cuneta lateral. Sirve para *“asegurar la estabilidad de la Calzada y para proveer una razonable oportunidad de recuperación a los vehículos ‘fuera de control’”*.<sup>17</sup>

#### 3.1.7 Sistema de Drenajes

*“Las Obras Viales de Drenaje se proveen para llevar el agua a través de la ‘zona de camino’ y para desviar el agua de lluvia del camino mismo.”*<sup>18</sup>. La descripción de estas Obras de Drenaje fue extraída del Manual de Calles<sup>19</sup> y se detallan a continuación:

---

<sup>16</sup> SIECA, “Manual Centroamericano de Normas para el diseño Geométrico de las Carreteras Regionales”, 2004, Guatemala. Cap. 4, p. 7

<sup>17</sup> SIECA, “Manual Centroamericano de Normas para el diseño Geométrico de las Carreteras Regionales”, 2004, Guatemala. Cap. 4, p. 36

<sup>18</sup> AASHTO, “Diseño Geométrico de Carreteras y Calles, AASHTO-1994”, Washington, D.C. Cap. 3, p. 201

<sup>19</sup> García & Aburto, “Manual Elemental del Servicio de Rehabilitación y Mantenimiento de Calles y Caminos”, 2001, Managua, Nicaragua, pp. 24-32

### 3.1.7.1 Cunetas

Se refiere a la Zanja Lateral paralela al eje del camino, construida entre el borde de la calzada y el pie del talud. Su sección transversal es variable, siendo común la de forma triangular [forma de “V”] (Ilustración 3.7 a, p. 34), aunque se puede construir de forma trapezoidal o también cuadrada. Sirve de canal para evacuar el agua de lluvia proveniente de la calzada y superficies adyacentes, tales como andenes o aceras.

### 3.1.7.2 Contracunetas

Son zanjas paralelas al eje de la carretera, construidas a una distancia mínima de 1.50 metros de la parte superior del talud de corte. Su sección transversal es variable, siendo común la de forma triangular o de forma cuadrada. Se acostumbra construirlas cuando el agua que llega al talud es mucha, y para taludes que sobrepasan los 4 metros de alto. Evitan que las aguas superficiales se desplacen por el talud, erosionando y recargando la capacidad de la cuneta.

### 3.1.7.3 Alcantarillas

Son ductos que permiten el paso del agua de un lado a otro de la vía (Ilustración 3.7 c, p. 34). Pueden tener forma cuadrada, rectangular, circular o elíptica. Los materiales de construcción pueden ser de concreto armado, tubos de PVC, planchas de hierro corrugado o de acero corrugado, entre otros.

### 3.1.7.4 Cabezales

Son muros que se construyen a la entrada y salida de las alcantarillas (Ilustración 3.7 d, p. 34). Sirven para evitar la erosión alrededor de las mismas, los movimientos horizontales y verticales de los taludes, guían la corriente y permiten un mayor ancho de vía.

### 3.1.7.5 Canales de Salida

Son las estructuras hidráulicas encargadas de transportar el agua, recogida por las alcantarillas, cunetas y contracunetas, a su destino final. Son de diversos tipos y pueden estar revestidos o sin revestir.

### 3.1.7.6 Canales Transversales

Son obras utilizadas en los caminos, de balasto y tierra, de poco tránsito. Recogen las aguas superficiales de origen pluvial que escurren por la carretera en forma longitudinal. Pueden ser construidos a base de madera, metal o concreto, colocados en forma transversal sobre la vía, a una profundidad que no obstaculice el paso vehicular. A menudo se les provee de una rejilla para prevenir la obstrucción del cauce con piedras de la vía pública.

### 3.1.7.7 Disipadores de Energía

Son drenajes transversales dispuestos en intervalos cortos (cada 50 ó 100 metros) dependiendo de la naturaleza del suelo. Se usan, cuando las pendientes longitudinales son muy inclinadas, para disminuir la velocidad del agua y evitar arrastres y erosión en las cunetas. Como alternativa se construyen quiebra-gradientes (Ilustración 3.7 b), que retienen los sedimentos arrastrados por las corrientes de agua, lográndose una serie de tramos de baja velocidad. Se construyen usualmente con piedras o trozos de madera.

Ilustración 3.7 Obras de Drenaje



Fuente: García & Aburto, "Manual Elemental del Servicio de Rehabilitación y Mantenimiento de Calles y Caminos", 2001, Managua, Nicaragua.

### 3.2 Longitud Revestida Existente en Nicaragua

Nicaragua cuenta con una longitud total de 3,609.635 Km de Caminos Revestidos. En la Tabla 3.2 se presenta la longitud de Caminos Revestidos que pertenecen a cada departamento del país.

Tabla 3.2 Distribución Departamental de Longitud de Caminos Revestidos

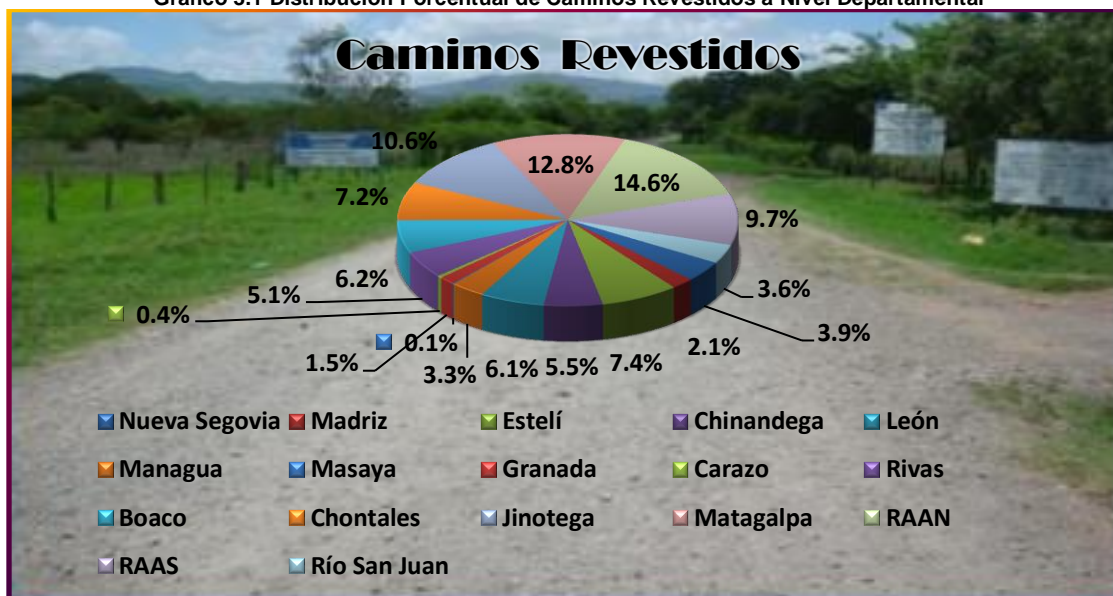
Departamento	Longitud (Km)	Porcentaje
Nueva Segovia	140.795	3.90%
Madriz	76.923	2.13%
Estelí	265.750	7.36%
Chinandega	200.085	5.54%
León	220.074	6.10%
Managua	117.944	3.27%
Masaya	4.790	0.13%
Granada	54.240	1.50%
Carazo	15.855	0.44%
Rivas	182.393	5.05%
Boaco	222.820	6.17%
Chontales	258.949	7.17%
Jinotega	381.896	10.58%
Matagalpa	460.900	12.77%
RAAN	527.690	14.62%
RAAS	349.191	9.67%
Río San Juan	129.340	3.58%
<b>Total</b>	<b>3,609.635</b>	<b>100%</b>

Fuente: Elaborado con los datos de la revista "Red Vial de Nicaragua 2012", MTI.



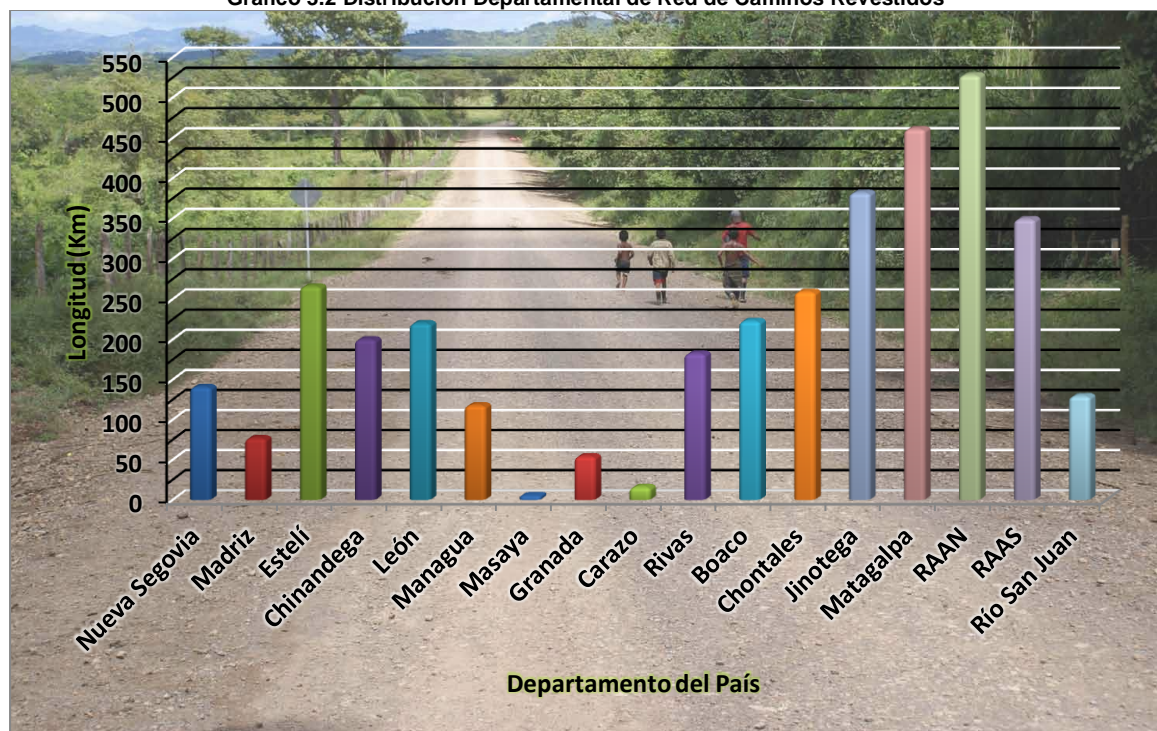
### CAPÍTULO III: CAMINOS REVESTIDOS

Gráfico 3.1 Distribución Porcentual de Caminos Revestidos a Nivel Departamental



Fuente: Elaborado con los datos de la revista Red Vial de Nicaragua 2012, MTI.

Gráfico 3.2 Distribución Departamental de Red de Caminos Revestidos



Fuente: Elaborado con los datos de la revista Red Vial de Nicaragua 2012, MTI.

En el Gráfico 3.1 y el Gráfico 3.2, se puede observar claramente la forma en que se distribuye la Red de Caminos con Revestimiento de Grava, correspondiendo la mayor longitud de tramos con esta característica a la Región Autónoma Atlántico Norte (RAAN), lo que quizás se deba a que es una de las zonas que

presenta mayor precipitación a nivel nacional y es conocido que las superficies de caminos con revestimiento de grava ofrecen mayor drenaje naturalmente que los demás materiales de construcción de caminos. La longitud de caminos revestidos de la RAAN es seguida de cerca por Matagalpa con menos de 50 km de diferencia. En el otro extremo se encuentran los departamentos de Masaya y Carazo, los cuales no representan ni el 1% del total de la Red.

### 3.3 Estado Físico de los Caminos Revestidos

El Estado Físico refleja el nivel de daño que presenta la estructura de un camino, también define la aptitud que éste tiene para servir al tránsito.

#### 3.3.1 Método de Determinación del Estado de los Caminos

El MTI y el FOMAV son los entes encargados de determinar el Estado Físico de los Caminos en Nicaragua; para obtener los resultados de cada tramo es necesario tomar en cuenta diversos factores que solamente pueden ser analizados *in situ*.

En la Norma de Ensayo ASTM E 867-06 *Standart Terminology Relating to Vehicle-Pavement Systems*, se define el concepto de *Roughness* o Rugosidad<sup>20</sup> como una “*Desviación de una determinada superficie respecto a una superficie plana teórica, con dimensiones que afectan la dinámica del vehículo, la calidad del manejo, cargas dinámicas y el drenaje, por ejemplo el perfil longitudinal y el perfil transversal.*”

Por estas razones, en nuestro país, el método que se utiliza para determinar la condición de los caminos consiste en el cálculo del Índice de Rugosidad Internacional, definido a continuación.

### 3.3.2 Índice de Rugosidad Internacional (IRI)

El Índice de Rugosidad Internacional (*International Roughness Index*), fue adoptado como estándar de medida de Rugosidad Superficial de las Carreteras por el Banco Mundial en 1986. Mide la influencia del perfil longitudinal en la calidad de rodadura, expresada por la respuesta dinámica de un vehículo en movimiento, “se cuantifica en m/Km, que es la medida de los desplazamientos verticales por unidad de distancia, y normalmente se utiliza una escala de 0 a 20, donde 0 implica una rugosidad nula y 20 una rugosidad extrema.”<sup>21</sup>

#### 3.3.2.1 Determinación del IRI

El MTI calcula el IRI de caminos pavimentados a través de un equipo llamado *Bump Integrator*, un instrumento mecánico de respuesta instantánea que mide el desplazamiento relativo de la suspensión del vehículo con respecto a la superficie del camino. La inspección se hace a lo largo de todo el tramo analizado y se recorre el mismo a distintas velocidades (30km/h, 40km/h y 50km/h), 5 veces por cada velocidad. Los desplazamientos grabados por el *Bump Integrator* son transformados en datos a través del sistema *ROMDAS* y con estos se hace un trabajo de oficina para calcular el IRI. En estos caminos se calcula una vez al año.

Debido a que estos equipos son muy frágiles, no pueden ser usados en Caminos No Pavimentados, por lo tanto, en este tipo de caminos es necesario hacer estimaciones del IRI.

Para ello, el MTI utiliza una fórmula que asigna 70% del peso a la inspección cualitativa de un experto, que se realiza de manera visual, y 30% a la estimación a través de la *Velocidad-Confort*, ambas definen características trascendentales para el análisis de las condiciones en las que se encuentran los caminos de este tipo.

---

<sup>21</sup> Fundación Internacional para el Desafío Económico Global (FIDEG), p. 15 “Informe de Revisión de los Mecanismos de Recolección de Datos en el Componente de Tráfico”, 2008, Managua, Nicaragua, p. 15



### 3.3.3 Inspección Visual

*“La Inspección Visual en Caminos No Pavimentados consiste en registrar las anomalías visibles en la plataforma del camino, en los hombros y en el drenaje longitudinal. El objetivo es identificar el tipo de daños existentes, estimar la extensión de los defectos, así mismo poder diseñar y presupuestar las actividades de conservación y rehabilitación de los caminos.”<sup>22</sup>*

En este tipo de inspección se registran los datos en un formato específico, la exploración se hace en intervalos de cada kilómetro. El desplazamiento sobre el tramo se realiza a una velocidad de 25 – 35 km/h, en dependencia de la condición del camino, así mismo esto conlleva a determinar la cantidad de daños existentes, hasta finalizar la longitud del camino.

Cada formato contiene (ver Anexo VIII, p. xvii):

- 1- Nombre del Tramo y Código – según la Red Vial
- 2- Ancho del Camino – medido *in situ*
- 3- Topografía del tramo - Plano, Ondulado y Montañoso
- 4- Fecha – corresponde al día de inspección
- 5- Condición del Tramo - [Bueno, Regular, Malo]
- 6- Nombre del Inspector

Las definiciones de los indicadores del estado funcional y/o estructural, fueron extraídas del documento de Estudios de Inspección Visual, y son las siguientes:

#### 3.3.3.1 Ahuellamiento

Es un daño longitudinal y continuo en las huellas de canalización del tránsito (Ilustración 3.8, p. 40), pueden ser de 6 m a 15 m de longitud. Cuando los casos son extremos, la sección transversal muestra un perfil en forma de doble V (W). Se forman por las llantas de los vehículos así como por la frecuencia de los

---

<sup>22</sup> Oficina de Diagnóstico y Evaluación de Pavimentos. MTI, “Estudios de Inspección Visual en Caminos No Pavimentados Año 2011”, 2012, p. 5

mismos, por las características del material de la superficie y por las condiciones climáticas. Para su medición se contabiliza el porcentaje de la longitud total de las secciones que presentan este daño.

Ilustración 3.38 Ahuellamiento



Fuente: Centro de Coordinación para la Prevención de los Desastres Naturales en América Central (CEPREDENAC); SIECA, “Manual Centroamericano de Mantenimiento de Carreteras con Enfoque de Gestión de Riesgo y Seguridad Vial”, 2010, p. 336

### 3.3.3.2 Baches

Son cavidades en la superficie de la carretera en forma de tazón u hoyo (Ilustración 3.9), cuyo diámetro promedio usualmente es menor a un 1.0 m. Éstos comienzan a formarse por pequeñas concentraciones de agua en las rodaduras, por el debilitamiento de algunas áreas, probablemente por la mala compactación de los materiales, por otro lado, el mal bombeo de la superficie trae como consecuencia el estancamiento del agua que no puede ser drenada a los lados, o bien, se producen por un estado muy avanzado de daños de corrugación y ahuellamiento. Se contabilizan contando el número de baches, por cada 100 metros, definiendo su nivel de severidad.

Ilustración 3.9 Bache



Fuente: CEPREDENAC; SIECA, “Manual Centroamericano de Mantenimiento de Carreteras con Enfoque de Gestión de Riesgo y Seguridad Vial”, 2010, p. 338

### 3.3.3.3 Pérdida del Material de Rodamiento de la Calzada

Es la separación de los agregados de la capa de superficie los cuales van acumulándose al quedar sueltos y por efectos de la acción de los neumáticos dejándolos esparcidos en forma de montículos a lo largo de los caminos (Ilustración 3.10). Se contabilizan el porcentaje de la longitud total de las secciones que presentan este daño.

Ilustración 3.10 Pérdida de Agregados Superficiales



Fuente: CEPREDENAC; SIECA, “Manual Centroamericano de Mantenimiento de Carreteras con Enfoque de Gestión de Riesgo y Seguridad Vial”, 2010, p. 337

### 3.3.3.4 Corrugación

Es la formación de ondas de corto período, en ocasiones pueden ser bastantes profundas, determinándose como depresiones, van en dirección del tránsito en intervalos regulares (Ilustración 3.11, p. 42), pueden medir hasta 50m la sección de daño sobre la superficie de rodamiento. Estos daños se dan por la acción del tránsito y la falta de cohesión del material. Se desarrolla mayormente en las épocas secas, en materiales de baja plasticidad (gravas, arenas y mixtos), carentes de fino. Cabe destacar que entre más profunda es la depresión de la corrugación el daño es más severo y pone en riesgo la circulación vehicular. Se contabilizan en porcentaje de la longitud total de las secciones que presentan este daño.

Ilustración 3.11 Corrugaciones

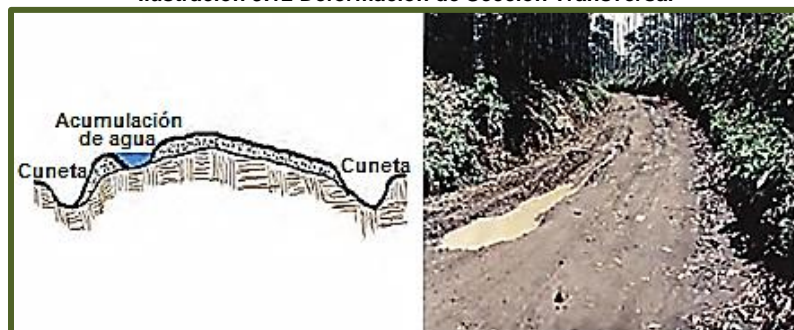


Fuente: CEPREDENAC; SIECA, “Manual Centroamericano de Mantenimiento de Carreteras con Enfoque de Gestión de Riesgo y Seguridad Vial”, 2010, p. 335

### 3.3.3.5 Cárcavas Longitudinales

Son aquellas que se producen en la parte lateral del rodamiento (Ilustración 3.12), que en determinado momento lo afecta, llegando a inclusive a cortar la circulación vehicular, se forman debido a las lluvias y las avenidas de las aguas pluviales, por el mal drenaje o por la sedimentación de las cunetas, esto se da más en los taludes de relleno de las alcantarillas y en los cortes de las laderas donde existen grandes depresiones del terreno.

Ilustración 3.12 Deformación de Sección Transversal



Fuente: CEPREDENAC; SIECA, “Manual Centroamericano de Mantenimiento de Carreteras con Enfoque de Gestión de Riesgo y Seguridad Vial”, 2010, p. 334

### 3.3.3.6 Cárcavas Laterales

Son aquellos desprendimientos que suceden a los lados de la carretera por falta de protección de los bordes, este daño se observa más de cerca en las alcantarillas, en cortes de laderas o faldas de pendientes, donde el agua no encuentra drenaje adecuado y cruza de manera transversal el rodamiento,

dañando las orillas de los barrancos y creando desprendimientos.

### 3.3.4 Velocidad de Recorrido

*“Se entiende como Velocidad de Recorrido de un determinado elemento geométrico, la velocidad segura y cómoda a la que un vehículo aislado circularía por él (...) asumiendo un determinado nivel de velocidad en función de las características físicas de la vía y su entorno, apreciables por el conductor.”<sup>23</sup>*

*“Para un Camino Revestido la velocidad máxima permisible es de 60 km/h, es decir, a mayor presencia de daños en el camino, menor velocidad de circulación. La velocidad ayuda también a determinar la rugosidad de un camino.”<sup>24</sup>*

### 3.3.5 Clasificación según el Estado Físico

Con el análisis de los indicadores estructurales y funcionales correspondientes, se utiliza la técnica propuesta por el Banco Mundial, *“Estimation of IRI by Subjective Evaluation”*<sup>25</sup>, que define un IRI para una magnitud de daño determinado en el camino.

Esta técnica refleja la relación que hay entre el desgaste del camino y la velocidad a la que puede ser transitado este, ambos parámetros son esenciales para la cuantificación del IRI, que a su vez se utiliza como base para la clasificación según su estado.

---

<sup>23</sup> CORASCO; MTI. “Manual para la Revisión de Estudios de Diseño Geométrico”, 2008, p. 32

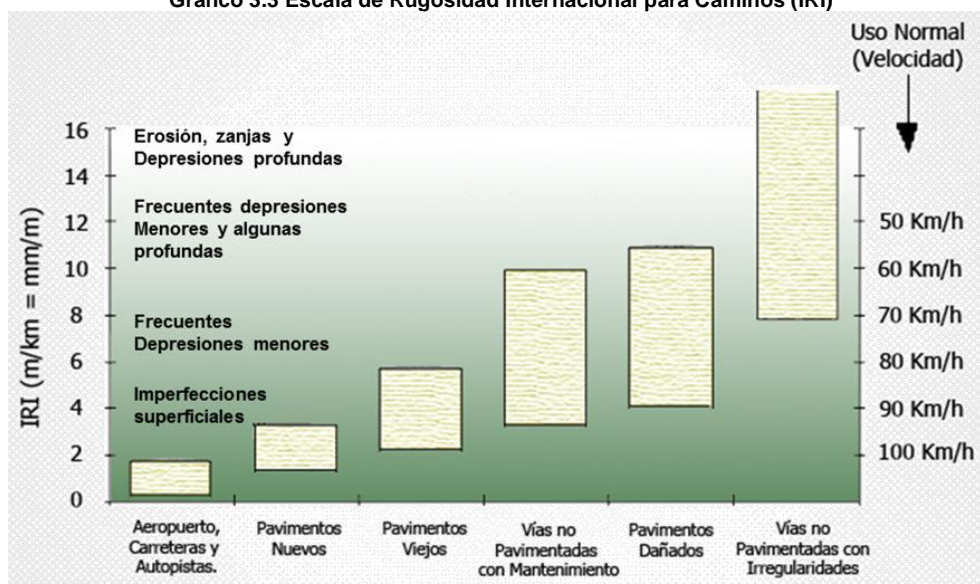
<sup>24</sup> Oficina de Diagnóstico y Evaluación de Pavimentos. MTI, “Estudios de Inspección Visual en Caminos No Pavimentados Año 2011”, 2012, p. 7

<sup>25</sup> Estimación del IRI por Evaluación Subjetiva



## CAPÍTULO III: CAMINOS REVESTIDOS

Gráfico 3.3 Escala de Rugosidad Internacional para Caminos (IRI)



Fuente: Adaptado de Sayers, Gillespies & Paterson, "Guidelines for Conducting and Calibrating Road Roughness Measurements. World Bank Technical. Paper Number N° 46.", 1986

A partir del gráfico anterior, el MTI clasifica los Caminos Revestidos en “buenos” con IRI de hasta 10 unidades, caminos “regulares” con IRI de hasta 16 unidades y caminos “malos” con IRI de más de 16 unidades. En el cuadro 3.2 aparece la caracterización de los caminos según el Estado Físico en que están clasificados.

Cuadro 3.2 Características de los Caminos según su Condición Física

Estado del camino	Características de daño	Velocidad de Recorrido	IRI	Actividades Recomendadas
<b>Bueno</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pérdida de material hasta de un 15%</li> <li>- Depresiones leves</li> </ul>	40 km/h - 60 km/h	$\leq 10$	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mantenimiento Rutinario</li> </ul>
<b>Regular</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pérdida de material entre 15% y 25%</li> <li>- Baches</li> <li>- Depresiones leves y profundas</li> </ul>	20 km/h - 40 km/h	10-16	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nivelación</li> <li>- Bacheo Localizado</li> </ul>
<b>Malo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pérdida de material mayor al 25%</li> <li>- Baches</li> <li>- Depresiones</li> <li>- Cárcavas y cortes de carreteras</li> </ul>	$\leq 20$ km/h	$\geq 16$	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Revestimiento de la carpeta de rodamiento.</li> <li>- Rehabilitación</li> </ul>

Fuente: Adaptado de Oficina de Diagnóstico y Evaluación de Pavimentos. MTI, “Estudios de Inspección Visual en Caminos No Pavimentados Año 2011”, 2012

### 3.3.5.1 Bueno

Un camino bueno se encuentra en condiciones apropiadas para servir al usuario que quiere transitar con su vehículo. La calidad del camino sigue siendo la misma que tenía cuando estaba nuevo. Si un camino no es nuevo pero se encuentra en buen estado, podría deberse al escaso uso que se le ha dado, o bien a la excelente conservación de que ha sido objeto, o a una combinación de ambas.

### 3.3.5.2 Regular

Tiene una aptitud menor para servir al usuario que la de un camino clasificado como “bueno”, pues las deficiencias que presenta dificultan su uso y/o lo hacen más costoso.

### 3.3.5.3 Malo

Esta condición posee una aptitud muy reducida para servir al usuario. Su deterioro es tal que los vehículos transitan con dificultad y a un costo muy elevado.

### 3.4 Volumen de Tránsito

Es la cantidad de vehículos que circulan por un punto o sección transversal dados, de un carril o de una calzada, durante un período de tiempo determinado. *“La información del tránsito sirve para establecer las cargas sobre el diseño geométrico del camino.”*<sup>26</sup> Indica si se hace necesario mejorar el camino y directamente afecta las características geométricas de su diseño (anchos, alineamientos y pendientes).

#### 3.4.1 Vehículo de Diseño

*“Las características físicas y las proporciones de los vehículos de variados tamaños que usan las carreteras son positivos controles en el diseño geométrico.”*

*Por lo tanto, es necesario examinar todos los tipos de vehículos, seleccionar agrupamientos de clase general, y establecer vehículos de tamaños representativos dentro de cada clase, para uso en el diseño.*

*Los vehículos de diseño son vehículos automotores seleccionados; con el peso, dimensiones y características de operación usadas al establecer los controles de diseño para acomodar los vehículos de las clases diseñadas.”*<sup>27</sup>

##### 3.4.1.1 Clasificación Vehicular

En el Cuadro 3.3 de la página siguiente, se presentan los tipos de vehículos clasificados para nuestro país, elaborado por el personal de Conteo de Tráfico del MTI.

---

<sup>26</sup> AASHTO, “Diseño Geométrico de Carreteras y Calles, AASHTO-1994”, Washington, D.C. Cap. 2, p. 36

<sup>27</sup> AASHTO, “Diseño Geométrico de Carreteras y Calles, AASHTO-1994”, Washington, D.C. Cap. 2, p. 1



## CAPÍTULO III: CAMINOS REVESTIDOS

**Cuadro 3.3 Tipología y Descripción Vehicular**

CLASIF. VEHICULAR	TIPOS DE VEHICULOS	ESQUEMA VEHICULAR	DESCRIPCIÓN DE LA TIPOLOGÍA VEHICULAR
VEHICULOS DE PASAJEROS	MOTOCICLETAS		Incluye todos los tipos de Motocicleta tales como, Minimoto, Cuadriciclos, Moto Taxis, Etc. Este último fue modificado para que pudiera ser adaptado para el traslado de personas, se encuentran más en zonas Departamentales y Zonas Urbanas. Moviliza a 3 personas incluyendo al conductor.
	AUTOMOVILES		Se consideran todos los tipos de automóviles de cuatro y dos puertas, entre los que podemos mencionar, vehículos cope y station wagon.
	JEEP		Se consideran todos los tipos de vehículos conocidos como 4*4. En diferentes tipos de marcas, tales como TOYOTA, LAND ROVER, JEEP, ETC.
	CAMIONETA		Son todos aquellos tipos de vehículos con tinas en la parte trasera, incluyendo las que transportan pasajeros y aquellas que por su diseño están diseñadas a trabajos de carga.
	MICROBUS		Se consideran todos aquellos microbuses, que su capacidad es menor o igual a 14 pasajeros sentados.
	MINIBUS		Son todos aquellos con una capacidad de 15 a 30 pasajeros sentados.
	BUS		Se consideran todos los tipos de buses, para el transporte de pasajeros con una capacidad mayor de 30 personas sentadas.
VEHICULOS DE CARGA	LIVIANO DE CARGA		Se consideran todos aquellos vehículos, cuyo peso máximo es de 4 toneladas o menores a ellas.
	CAMIÓN DE CARGA C2 - C3		Son todos aquellos camiones tipos C2 (2 Ejes) y C3 (3 Ejes), con un peso mayor de 5 toneladas. También se incluyen las furgonetas de carga liviana.
	CAMIÓN DE CARGA PESADA Tx-Sx<=4		Camiones de Carga Pesada, son vehículos diseñados para el transporte de mercancía liviana y pesada y son del tipo Tx-Sx<=4.
	Tx-Sx>=5		Este tipo de camiones son considerados combinaciones Tractor Camión y semi Remolque, que sea igual o mayor que 5 ejes.
	Cx-Rx<=4		Camión Combinado, son combinaciones camión remolque que sea menor o igual a 4 ejes y están clasificados como Cx-Rx<=4
	Cx-Rx>=5		Son combinaciones iguales que las anteriores pero iguales o mayores cantidades a 5 ejes.
EQUIPO PESADO	VEHICULOS AGRÍCOLAS		Son vehículos provistos con llantas especiales de hule, de gran tamaño. Muchos de estos vehículos poseen arados u otros tipos de equipos, con los cuales realizar las actividades agrícolas. Existen de diferentes tipos (Tractores - Arados - Cosechadoras)
	VEHICULOS DE CONSTRUCCIÓN		Generalmente estos tipos de vehículos se utilizan en la construcción de obras civiles. Pueden ser de diferentes tipos, Motoniveladoras, retroexcavadoras, Recuperador de Caminos/Mezclador, Pavimentadora de Asfalto, Tractor de Cadenas, Cargador de Ruedas y Compactadoras.
OTROS	REMOLQUES Y/O TRAILERS		Se incluye remolques o trailers pequeños halados por cualquier clase de vehículo automotor, también se incluyen los halados por tracción animal (Semovientes).

Fuente: Oficina de Diagnóstico y Evaluación de Pavimentos, MTI (a), 2013. Anuario de Aforos de Tráfico 2012, p.29

*“Es necesario examinar todos los tipos de vehículos, seleccionar agrupamientos de clase general, y establecer vehículos de tamaños representativos dentro de cada clase, para su uso en el diseño.”*<sup>28</sup> Actualmente en nuestro país hay gran variedad de vehículos, por tanto, para simplificar su estudio es conveniente agruparlos en cuatro categorías:

#### **a) Motocicletas**

Se incluye todas las categorías de dos, tres y cuatro ruedas de vehículos motorizados, con o sin transporte, esta categoría incluye Scooter, Motonetas, Motocarros, Cuadriciclos y Triciclos a motor.

#### **b) Vehículos Livianos**

Son vehículos automotores de cuatro ruedas que incluyen automóviles, camionetas y microbuses de uso personal.

#### **c) Vehículos Pesados de Pasajeros**

Son vehículos pesados, destinados al transporte público de pasajeros, de cuatro, seis y más ruedas, que incluyen los microbuses pequeños (de hasta 15 pasajeros), microbuses medianos de 25 pasajeros y los buses medianos y grandes.

#### **d) Vehículos Pesados de Carga**

Son los vehículos destinados al transporte pesado de cargas mayores o iguales a tres Toneladas y que tienen seis o más ruedas en dos o más ejes; estos vehículos incluyen los camiones de dos ejes (C2), de tres ejes (C3), de cuatro ejes (C2-R2), los vehículos articulados de cinco y seis ejes de los tipos T3-S2 y T3-S3, respectivamente, y otros tipos de vehículos para la clasificación de vehículos especiales, tales como Agrícolas y de Construcción.

---

<sup>28</sup> AASHTO, “Diseño Geométrico de Carreteras y Calles, AASHTO-1994”, Washington, D.C. Cap. 2, p. 1

### 3.4.2 Tránsito Promedio Diario Anual

Uno de los elementos primarios para el diseño de las carreteras es el Volumen del Tránsito Promedio Diario Anual, conocido en forma abreviada como TPDA, que se define como el valor que se obtiene de dividir el número de vehículos que pasa por un punto durante el período de un año, entre el número de días de ese año. El TPDA es la medida habitual para indicar el uso o importancia de una carretera o camino. Es resultado del registro de volúmenes de tránsito en un punto, pero tiende a ser representativo de un segmento de carretera, por lo que la elección del punto adecuado requiere mucho cuidado y es fundamental para que los estudios sean válidos y no resulten distorsionados por factores locales de generación de tránsito.

Se ha tomado como un indicador numérico para diseño, tanto por constituir una medida característica de la circulación de vehículos, como por su facilidad de obtención. Constituye así el TPDA un indicador muy valioso de la cantidad de vehículos de diferentes tipos (livianos y pesados) y funciones (transporte de personas y de carga), que se sirve de la carretera existente como su tránsito normal y que continuará haciendo uso de dicha carretera una vez sea mejorada o ampliada, o que se estima utilizará la carretera nueva al entrar en servicio para los usuarios.

*“El conocimiento del volumen TPDA es importante para muchos propósitos; por ejemplo la determinación de la utilización anual como justificación para gastos propuestos o para el diseño de los elementos estructurales de una carretera.”<sup>29</sup>*

*“El Volumen de Tráfico Rodado es uno de los parámetros más importantes en la definición de las características geométricas del diseño de las vías, puesto que da la medida de la cantidad de población que utiliza la vía por medio de vehículos a motor y también, de su importancia social.”<sup>30</sup>*

---

<sup>29</sup> AASHTO, “Diseño Geométrico de Carreteras y Calles, AASHTO-1994”, Washington, D.C. Cap. 2, p. 37

<sup>30</sup> Wilbur Smith Associates (WSA); CISCONCO Ingenieros Consultores; MTI, “Estudio del Plan Nacional de Transporte de Nicaragua. Plan de Infraestructura Vial”, 2001, Managua, p. 14

### IV. COSTOS UNITARIOS

La decisión de construir un camino o una carretera responde a la necesidad que tiene un grupo de personas de trasladarse o llevar carga o personas de un lugar a otro, mediante el uso de vehículos motorizados. Ello requiere poner en funcionamiento un Sistema de Transporte por carretera. Este sistema consta de dos elementos o subsistemas: el Vehículo y el Camino.

Entonces, el costo del Sistema de Transporte Vial puede dividirse entre el costo relativo al vehículo, denominado Costo de Operación Vehicular, y el costo asociado con el camino, correspondiente a las Actividades de Construcción y de Conservación del mismo.

#### 4.1 Costo de Operación Vehicular - COV

*“El Costo de Operación de los Vehículos indica cuánto cuesta tener operando determinado vehículo. Este costo puede ser medido con respecto al tiempo, con respecto a la cantidad de kilómetros recorridos, etcétera.”*<sup>31</sup> En el caso de nuestro país, se mide el costo por unidad de kilómetro recorrida.

Para obtener este valor se deben tomar en cuenta los parámetros relacionados al tipo de carretera por la que se transita (clasificación funcional, tipo de terreno, tipo de superficie, la condición de la vía) y al tipo y características de los vehículos (clasificación vehicular, kilómetros recorridos al año, precio del vehículo, vida útil, tasa de interés del capital, consumo de combustible, cambio de llantas en el año, cambio de lubricantes, costo de mantenimiento, seguros, impuestos, y, si se trata de vehículos comerciales, el sueldo del conductor).

El MTI realiza el cálculo de estos costos con la incorporación del modelo cuantitativo del COV (ver Tabla 1 de Anexo V, pág. xi), basado en el Estudio de

---

<sup>31</sup> Morales Sosa, “Ingeniería Vial I”, 2006, Santo Domingo, República Dominicana

los Estándares de Mantenimiento y Diseño de carreteras del Banco Mundial, aplicación RED-HDM4-VOC Versión 3.2.<sup>32</sup>

### 4.2 Costos Relativos al Camino

Los costos relativos al camino son principalmente el costo de la construcción inicial o de un camino nuevo, y el costo de todas las actividades posteriores a la construcción, que son principalmente para su conservación.

#### 4.2.1 Construcción de Caminos Revestidos

Las etapas que generalmente comprende la construcción de un camino revestido, son: movimiento de tierras, cimentación de la estructura de pavimento, estructuras de drenaje, puentes existentes y, finalmente, se coloca la señalización vertical necesaria.

A continuación se presenta una breve descripción de los alcances de obras incluidas dentro de cada concepto de construcción, extraída del Estudio del Plan Nacional de Transporte, Volumen IX<sup>33</sup>.

- **Abra y Destronque**

Esta actividad consiste en la tala, destronque, remoción y desecho de toda vegetación y material objetable existente dentro de los límites del Derecho de Vía del camino, realizado en anchos y longitudes especificados por el Ingeniero, con anticipación a las obras de movimiento de tierra.

- **Remoción de Alcantarillas**

Consiste en la remoción total o parcial de aquellas alcantarillas existentes en áreas de corte o de relleno, cuando sea necesaria la instalación de nuevas estructuras, y se ejecutará dentro del espacio correspondiente al Derecho de Vía o zonas adyacentes que son propiedad del Gobierno. También incluirán la

---

<sup>32</sup> Oficina de Diagnóstico y Evaluación de Pavimentos, MTI (b), "Calibración de los Costos de Operación Vehicular", 2011, p. 4

<sup>33</sup> WSA; CISCONCO; MTI, "Estudio del Plan Nacional de Transporte de Nicaragua. Plan de Infraestructura Vial", Volumen 9, 2001, pp. 36-41

recuperación de los materiales que se indiquen y el relleno de zanjas, hoyos y fosas con material aceptable hasta el nivel del terreno.

- **Remoción de Cercas**

Este trabajo consiste en la remoción de cercas de cualquier material (alambre de púas, postes, grapas, etc.), en aquellos lugares donde sea requerido, a fin de delimitar el ancho del Derecho de Vía establecido en los planos y en las especificaciones, relleno de los hoyos que dejan los postes y almacenando aquellos materiales para ser usados nuevamente.

- **Excavación**

Comprende la excavación de los cortes requeridos dentro del Derecho de Vía del camino, ajustándose a las especificaciones, líneas, pendientes y dimensiones reflejadas en los planos y deberá comprender toda excavación no incluida en el Pliego de Licitación bajo el concepto de “Excavación en Roca”; si el material extraído de la excavación es adecuado para la construcción de terraplenes se utilizará hasta donde sea factible, y si resulta inadecuado este material, será eliminado tal como lo indiquen los planos o como lo disponga el Ingeniero.

- **Excavación en Préstamo, Caso I – II**

Incluye la excavación y utilización del material aceptado para la construcción de terraplenes u otras partes de la obra. Si el material se obtiene de los yacimientos mostrados en los planos o especificaciones, el préstamo es Caso I; si el material se obtiene de yacimientos proporcionados por el Contratista y aprobados por el Ingeniero, el préstamo es Caso II.

- **Préstamo Caso II (Carga y Acarreo)**

Consiste en la cargada y traslado del material proveniente de la excavación de préstamo, Caso I o Caso II, que formará parte de la subrasante del camino; implicando el uso de cargadora frontal y camiones volquetes.



### ● **Relleno**

Esta actividad consiste en el proceso del material explotado y trasladado, utilizado para la construcción de terraplenes, o sea, tender, nivelar y compactar el material hasta los niveles establecidos en especificaciones y en los planos.

### ● **Excavación de Estructuras**

Comprende la excavación necesaria para la instalación de alcantarillas, sub-drenes y otras obras contempladas en las especificaciones.

### ● **Base de Agregados Triturados**

Consiste en el suministro y colocación de una o varias capas de material de base sobre una superficie preparada de acuerdo a especificaciones, pendientes, alineamiento, espesores y secciones transversales típicas indicadas en los planos o establecidas por el ingeniero. Los agregados para la base sin tratamiento deberán satisfacer los requisitos de la especificación indicada en el contrato y la mezcla de estos se puede hacer utilizando cualquiera de los tres métodos siguientes: 1) Método de planta estacionaria; 2) Método de equipo móvil; 3) Método de mezcla en el camino. El material colocado deberá ser esparcido uniformemente y compactado tomando en cuenta cualquier material para mezcla que tenga que ser añadido en el camino. El espesor de la capa terminada debe concordar con el espesor nominal establecido en los planos de construcción.

### ● **Tubo de Concreto Reforzado Clase II**

Esta actividad consiste en la instalación de tubos de concreto clase II, de diámetros varios (24", 30", 36", 42", 48", 60", 72"). Iniciándose su colocación en el extremo aguas abajo de la misma. Los empalmes o juntas deben hacerse con mortero de cemento Portland.

### ● **Lecho de Alcantarilla Clase "B"**

Radica en la construcción del lecho de la tubería de conformidad con una de las clases especificadas, para la clase "B", la tubería debe asentarse hasta una

profundidad no menor del 30% del diámetro vertical exterior del tubo. El espesor mínimo del material del lecho debajo del tubo será de 0.10 m; este material deberá ser arena o tierra arenosa seleccionada, debidamente conformada y compactada.

- **Relleno de Alcantarilla Clase “A”**

Consiste en el suministro, colocación y compactación del material para relleno de las alcantarillas hasta la altura indicada en las especificaciones y planos de construcción. Este material debe ser fino y puede provenir de la misma excavación o préstamo, adecuado para construcción del relleno.

- **Tubería PVC 8” para Sub-Drenes**

Este concepto consiste en la construcción de drenajes subterráneos o sub-drenes, utilizando tubería de PVC y material granular filtrante, de acuerdo con las especificaciones, alineamientos, niveles, espesores y secciones transversales típicas mostradas en los planos.

- **Cerca de Alambre de Púas**

Comprende la construcción de cercas y portones, designándose como tipo AP y puede ser de 3 a 5 hiladas de alambre de púas, fijados a postes de madera tratada o sin tratar, espaciado a cada 3 m y postes maestros con arriostres a cada 30 m. El objetivo principal de estas cercas es delimitar el Derecho de Vía y mantenerla libre de ganado u otras obstrucciones.

- **Cunetas Revestidas con Suelo-Cemento**

Esta actividad consiste en la construcción de cunetas revestidas de suelo-cemento, según especificaciones de tal manera que se produzca una pasta plástica similar al mortero de cemento con arena. Los suelos que deben emplearse preferiblemente serán los suelos arenosos, limosos o tobas volcánicas.

- **Postes Guías**

Consiste en la construcción de postes de concreto reforzado, de acuerdo con las



especificaciones y diseño mostrados en los planos; se colocan en la entrada y salida de los puentes para canalizar el tráfico hacia y desde la calzada del puente.

### ● Postes de Kilometraje

Este concepto consiste en la construcción de postes de concreto reforzado, de acuerdo con especificaciones y diseño mostrados en los planos. Se colocan a cada kilómetro, en toda la longitud de un Camino Revestido o carretera, para determinar la distancia entre ciudades o pueblos.

### 4.2.2 Obras de Mantenimiento

En el mantenimiento de Caminos de Grava también se realiza una serie de actividades necesarias para poner en condiciones transitables el camino, ayudando a una mejor fluidez del tráfico y reducción de los Costos de Operación Vehicular, así como a una mejor comunicación entre las poblaciones conectadas por estos caminos que a la vez facilitan el comercio y exportación de los productos propios de la zona.

#### 4.2.2.1 Operaciones de Mantenimiento de Caminos Revestidos con Grava

Según el Volumen IX del Estudio del Plan Nacional de Transporte<sup>34</sup>, los objetivos del mantenimiento de caminos son:

- ▶ Dar un nivel adecuado de servicio a los usuarios, de tal modo que se obtenga un óptimo macroeconómico entre los costos de operación vehicular y los costos de mantenimiento vial.
- ▶ Conservar los fondos apreciables invertidos en la infraestructura del Sistema Vial.

---

<sup>34</sup> WSA; CISCONCO; MTI, "Estudio del Plan Nacional de Transporte de Nicaragua. Plan de Infraestructura Vial", Volumen 9, 2001, p. 63

Las operaciones de Conservación Vial son de tres tipos básicos:

### **Mantenimiento Rutinario**

Son las operaciones que se ejecutan por lo menos una vez al año, a fin de mantener los servicios del camino y diferir la necesidad de revestimiento y de reparaciones mayores. Según información proporcionada por la División de Pre-inversión del MTI <sup>35</sup>, estas operaciones comprenden, como mínimo, las actividades de: Limpieza de Derecho de Vía, Limpieza de Cuneta Revestida, Nivelación Compactada, Limpieza de Alcantarillas y otras Obras de Drenaje, Bacheo con Material Selecto y Movilización.

### **Mantenimiento Periódico**

Son aquellas operaciones que sólo se necesitan algunas veces durante la vida del camino, por lo general cada tres años. Estas incluyen las siguientes operaciones mínimas: Bacheo con Material Selecto, Nivelación Compactada, Limpieza de Alcantarillas y otras Obras de Drenaje.

### **Reparación de Emergencia**

Son las operaciones que requieren ejecutarse después de un colapso parcial o total del servicio. Por ejemplo, reemplazo de un puente destruido por desastre natural, o derrumbes y deslizamientos causados por factores climatológicos.

A continuación se describirán los procedimientos técnicos para ejecutar cada una de las actividades más importantes que se realizan en el mantenimiento de los caminos no pavimentados.

#### **Limpieza del Derecho de Vía**

Consiste en eliminar todo tipo de obstáculos que se encuentre dentro del Derecho de Vía y que dificulte la visibilidad del usuario. Tiene como principales objetivos:

- Mejorar la visibilidad del camino y de su señalización.

---

<sup>35</sup> Ing. Ricardo Mendoza, Analista de Costos-División de Pre-Inversión, MTI.

- Favorecer el escurrimiento de las aguas superficiales.
- Evitar que se produzca erosiones en hombros y taludes por causas de obstáculos que dificulten el paso de las aguas.
- Mejorar la estética (panorama) del camino, la cual influye en el estado de ánimo de los conductores y usuarios.
- Evitar posibles daños a la base del camino que puedan ser causados por las raíces de los árboles que están cerca de la superficie de rodamiento.

### ✿ Limpieza y Rectificación de Cunetas

Las cunetas necesitan renovarse continuamente, ya que debido al tráfico y al desgaste que produce, estas se llenan de sedimentos, a tal grado que, si no existe un mantenimiento constante, se pierden. Comprende la limpieza de sedimentos acumulados a lo largo y ancho de la cuneta, así como la rectificación de la misma.

### ✿ Nivelación y Conformación

Son los trabajos mecánicos que hay que realizar con motoniveladora para conformar adecuadamente la superficie de rodamiento, eliminando las irregularidades existentes en la superficie de las calzadas revestidas, producidas por el tráfico y la erosión.

### ✿ Limpieza de Alcantarillas y Cajas

Comprende trabajos necesarios para eliminar todos los obstáculos que puedan impedir el libre escurrimiento de las aguas por estas obras de drenaje. Se aplicará para:

- Favorecer el escurrimiento de las aguas superficiales.
- Favorecer la entrada de las aguas superficiales en aquellas obras que sirven de acceso a las propiedades que dan a las carreteras y/o caminos.
- Evitar que se produzca erosión cerca de las cajas y alcantarillas.

- Evitar y remover sedimentaciones de tierra en las cajas y alcantarillas.
- Evitar el crecimiento de plantas, arbustos y cualquier otra vegetación.

### ✿ **Bacheo con Material Selecto**

Se realiza para reponer el Material Selecto que ha sido eliminado de aquellos sitios de la superficie de rodamiento que presentaban depresiones con material inestable, saturado, contaminado y no apto para el rodamiento.

### ✿ **Revestimiento**

Es la reposición de una capa de Material Selecto sobre una superficie, esparcido y compactado por medios mecánicos y de acuerdo a las alineaciones, pendientes, espesores y secciones transversales del camino. Se utiliza para reponer el material perdido debido al desgaste producido por el tráfico y la acción de la naturaleza (erosión).

### ✿ **Remoción de Derrumbes**

Son las actividades necesarias para remover aquellos materiales como tierra, roca y otros, provenientes de derrumbes y reventados de los taludes en corte que obstruyen o impiden la libre circulación de los vehículos y del agua de lluvia. El objetivo de esta actividad es despejar el paso de las aguas superficiales en las obras de drenaje, tanto longitudinal como transversal.

### ✿ **Reparaciones con Mampostería**

Este trabajo consiste en la reparación de estructuras de mampostería como: cabezales de alcantarillas, delantales de alcantarillas y muros de retención.

### ✿ **Señalamiento Vial**

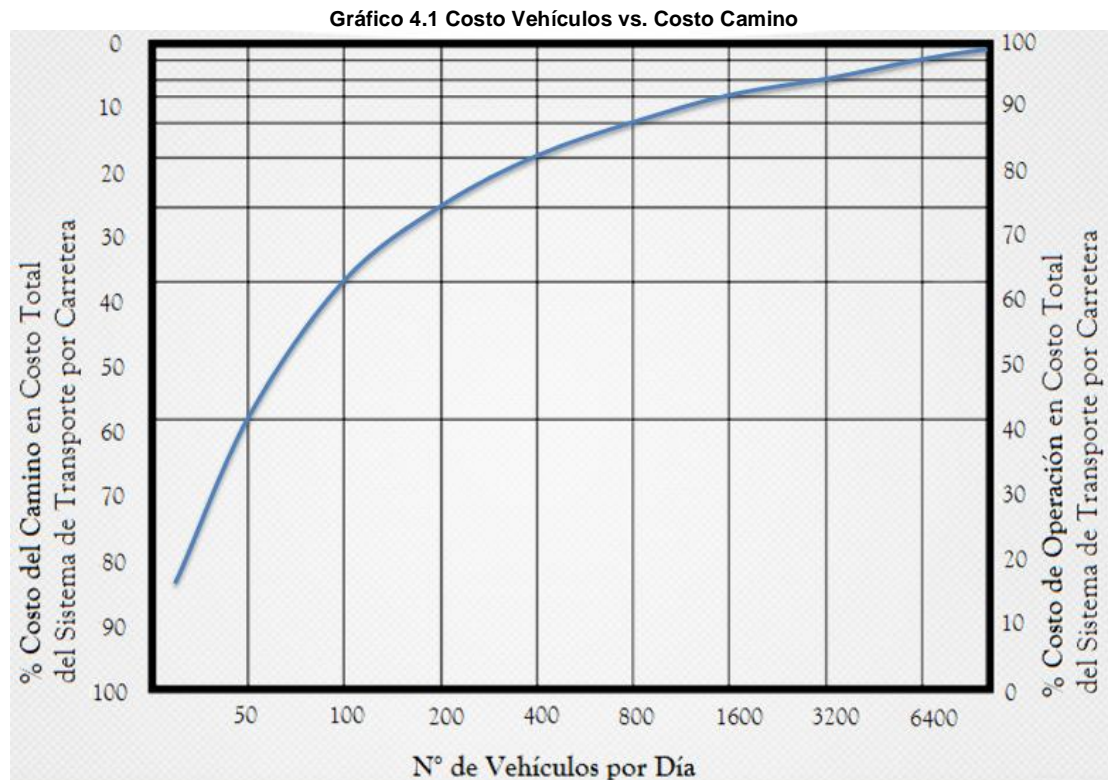
Esta actividad consiste en sustituir las señales dañadas por el flujo vehicular o el vandalismo a fin de prevenir accidentes, sobre todo en las proximidades de los puentes e intersecciones de caminos.

### **4.3 Relación entre los Costos de Operación Vehicular y los Costos del Camino**

Schliessler y Bull (1994) plantean que dentro del costo total del Sistema de Transporte Vial, el porcentaje del costo referido al camino es cada vez menor a medida que aumentan el estándar técnico y el tránsito del mismo. Indican que al aumentar el tránsito, los costos correspondientes al camino se distribuyen entre la mayor cantidad de vehículos que lo utilizan. Esto se puede observar en el Gráfico 4.1 de la siguiente página.

Además establecen que para que el sistema funcione de manera óptima, cada uno de los dos subsistemas debe tender a reducir los costos, lo máximo posible. Efectivamente, en lo que se refiere al costo de operación de los vehículos, ha habido grandes avances. Por una parte, los fabricantes de automóviles compiten en el mercado con modelos cada vez más livianos y económicos que tienen un menor consumo de combustible u otros insumos, y que tienen mayor durabilidad. Por otra parte, los usuarios se preocupan por adquirir vehículos económicos, asegurarse de que los motores estén bien ajustados y de conducir a velocidad prudente, con el fin de evitar un consumo innecesario de combustible, que experimenta alzas constantemente, o de tener pérdidas por accidentes.

En general, puede decirse que dentro del subsistema de vehículos, se aprecia una clara tendencia y esfuerzos orientados hacia una optimización. Estos se basan principalmente en el interés económico de los diferentes representantes del subsistema.



Fuente: Schliessler & Bull, Caminos. "Un nuevo enfoque para la gestión y conservación de redes viales", 1994, Santiago de Chile, Chile, p. 19

NOTA: Los valores utilizados en este gráfico son resultado de una investigación efectuada por el Banco Mundial y se refieren a caminos con una conservación óptima.

Para entender mejor el gráfico anterior se proporcionará, basado en éste, un ejemplo extraído de la misma fuente y se describe a continuación:

En un camino con un tránsito promedio diario de 800 vehículos, los costos de operación de los vehículos constituyen aproximadamente el 86% del gasto total en este camino (vehículos más camino). El 14% restante corresponde a costos del Organismo Vial para pagar la conservación del camino, como también el costo inicial de la construcción. En carreteras con mayor volumen de tránsito (que normalmente tienen también un mejor estándar técnico), el Organismo Vial también tiene mayores gastos, a pesar de que su porcentaje en el costo total del sistema disminuye. Esto se debe a que requiere mayor calidad en las actividades de conservación del mismo.

### V. CONSERVACIÓN DE CAMINOS

#### 5.1 Importancia de la Adecuada Conservación

Según Schliessler y Bull (1994) la Conservación Vial es un amplio conjunto de actividades destinadas a preservar a largo plazo la condición de los caminos y el servicio que prestan. Procura asegurar, al menor costo posible, el funcionamiento adecuado de un camino o red de caminos, permitiendo costos razonables de operación de los vehículos. Pretende, específicamente, evitar la destrucción de partes de la estructura de los caminos y la necesidad de una posterior rehabilitación o reconstrucción.

El Valor del Patrimonio Vial puede aumentar, sea porque se construyen nuevos caminos, o porque las mejoras a que se someten los ya existentes los llevan a alcanzar un grado superior al que tenían originalmente. Cuando disminuye, es a causa del deterioro de los caminos, fenómeno que está directamente relacionado con la intensidad de su uso.

Los Organismos Viales de nuestro país (MTI y FOMAV), son indispensables para la conservación y el buen funcionamiento del Sistema de Transporte puesto que los trabajos de conservación tienen como objetivo central reducir cuanto sea posible el deterioro normal de los caminos, y restablecer sus características originales cuando éstos hayan llegado a un estado regular. Además, la conservación debe asegurar que el conjunto de caminos mantenga su valor y su utilidad.

*“Si bien los Caminos No Pavimentados normalmente tienen un Volumen de Tráfico menor que los Caminos Pavimentados, la superficie de rodamiento y los elementos de un Camino sin Pavimentar que no se mantiene debidamente, se deterioran con mucha mayor rapidez que los de un Camino Pavimentado.”<sup>36</sup>*

Schliessler y Bull también consideran que en un esquema sano de conservación, las condiciones básicas son las siguientes:

---

<sup>36</sup>WSA; CISCONCO; MTI,) “Estudio del Plan Nacional de Transporte de Nicaragua. Plan de Infraestructura Vial” Volumen 9, 2001, Managua, p. 70

## CAPÍTULO V: CONSERVACIÓN DE CAMINOS

- ❖ Debe garantizar la conservación adecuada de la Red Vial a un costo razonable.
- ❖ Debe velar por que la Red Vial pueda mantenerse, no sólo ocasionalmente, sino con perspectiva de largo plazo.
- ❖ Debe tender a optimizar la relación entre los costos y los beneficios del sistema de transporte por carretera, que no es lo mismo que procurar gastar lo mínimo en los caminos.
- ❖ Debe racionalizar el uso de los recursos.
- ❖ Debe reducir al máximo los efectos dañinos para el Medio Ambiente.

*“En resumen, un esquema sano de conservación permite preservar el estado de la mayor parte de los caminos, impidiendo su degradación; obrar de modo diferente acarrea enormes sobrecostos.”<sup>37</sup>*

Es común que la sociedad piense que un camino al haber sido construido con recursos estatales, significa que es propiedad del Gobierno y que, por lo tanto, el mantenimiento también es su responsabilidad. Sin embargo, de acuerdo a la legislación vigente, la Red Vecinal está bajo responsabilidad de los municipios.

En la Norma Jurídica denominada “Reformas e Incorporaciones a la Ley 40, Ley de Municipios” (1997), en el artículo 7, numeral 12, inciso a, se establece que las municipalidades son aptas para *“Construir y dar mantenimiento a puentes y caminos vecinales e intra municipales.”*

No obstante, se puede constatar que los municipios, al asumir responsabilidades en la gestión vial, han adoptado un esquema en el cual es frecuente que las autoridades y funcionarios de estas instancias de gobierno están más preocupados por la construcción de caminos que por la conservación de los ya existentes.

---

<sup>37</sup> Schliessler & Bull, “Caminos. Un nuevo enfoque para la gestión y conservación de redes viales”, Santiago de Chile, Chile, 1994, p. 23



### 5.2 Causas de la Ausencia de Conservación

La falta de Conservación de Caminos debe ser analizada desde sus causas para sentar las bases de la búsqueda de soluciones viables. Puede resultar fácil culpar a los organismos encargados del Mantenimiento Vial de estas fallas, sin embargo la Conservación de Caminos es tarea de toda la sociedad y por ende, todos somos responsables del deterioro o pérdida de nuestro Patrimonio Vial.

#### 5.2.1 La Política y el Patrimonio Vial

Las autoridades de Gobierno, los legisladores y los dirigentes de la oposición forman el grupo político que se relaciona con la Red Vial en Nicaragua.

A grandes rasgos, puede decirse que los gobiernos, a lo largo de la historia, han aspirado a aplicar la particular concepción que cada uno de ellos tiene del modo en que se debe alcanzar el bien común y de ser promotores del desarrollo económico y social. Sin embargo, en lo concerniente al Sistema Vial, tanto los políticos del Nivel Local (municipal) como los del Nivel Nacional han estado preocupados por las prontas y notables respuestas a la infraestructura (construcción, rehabilitación), y no por un largo e inapreciable proceso de progreso (conservación).

Al igual que lo planteado por Schliessler y Bull, en nuestro país, muchos políticos del nivel local muestran una marcada preferencia por las obras públicas en cuanto a signos de progreso y de compromiso personal con la población que les corresponde y, entre éstas, por la construcción y pavimentación de caminos, en virtud de su gran visibilidad y cobertura geográfica, para que el ciudadano los favorezca con su apoyo o su voto. Su interés legítimo consiste, entonces, en pedir mayores recursos públicos para los caminos de su municipio. Sin embargo, esa solicitud se refiere normalmente a la construcción de obras nuevas o a la reconstrucción de caminos deteriorados, y muy raras veces a la conservación de aquellos caminos que todavía exhiben un aspecto presentable.

Por su lado, los políticos de nivel nacional suelen ocuparse de temas más

globales, que interesan a toda la nación. En general, tienen poder de decisión en el proceso de distribución de los recursos públicos, pero los temas de interés nacional son, la salud básica, los subsidios para los más necesitados, la educación, los salarios del sector público, los gastos militares y las obras públicas nuevas de gran envergadura. Sería extraño que los políticos de nivel nacional hicieran de la Conservación de los Caminos un tema primordial dentro de sus programas, porque dado su escaso atractivo, no es algo que pudiera generarles mucho apoyo o popularidad. Sería, pues, contra el interés legítimo de un político el desgastarse en un asunto como el de la Conservación Vial, mientras éste no incite mayor interés en el ámbito nacional.

Como ejemplo, se pueden citar las palabras del Ingeniero Pablo Fernando Martínez, Presidente del Consejo Directivo del FOMAV, Ministro del MTI: “Pese al trabajo y al avance mostrado por el FOMAV, resta mucho por hacer; la aprobación de mayores recursos para la sostenibilidad de las inversiones viales es un reto y no descansaremos hasta alcanzarlo; una Red Vial debidamente conservada, es fundamental para que Nicaragua sea cada vez más competitiva y por ende elevar el nivel de vida de los y las nicaragüenses.”<sup>38</sup>

Además, regularmente se presentan “situaciones de emergencia”, trátase de desastres naturales o catástrofes provocadas por el hombre, que exigen un financiamiento urgente para aliviar sus consecuencias. En muchos de estos casos se acude al recurso de recortar el ya insuficiente presupuesto destinado a la Conservación Vial, que suele ser una de las fuentes más expeditas para obtener fondos de emergencia. La experiencia muestra asimismo que no es fácil modificar estas prácticas.

### 5.2.2 El Enfoque de la Sociedad

El deterioro de los caminos es casi imperceptible incluso varios años después de su construcción. Es por ello que en la mente de muchas personas puede

---

<sup>38</sup> FOMAV, “Memoria de Labores 2012”, p. 16

asentarse la idea de que un camino es algo definitivo, que puede perdurar para siempre.

Todos, sin excepción, se benefician de una u otra forma de su existencia, y muchos los usan de modo frecuente. Hasta las personas que usan poco los caminos tienen conciencia de la importancia de éstos para lograr el progreso. Por eso, los caminos estimulan el interés generalizado de los distintos segmentos del cuerpo social, aunque no todos los valoren de igual modo.

Por ejemplo, los transportistas (dueños de camiones, de buses y de vehículos utilitarios) tienen como interés primordial que el transporte sea rápido y seguro y que demande los menores costos posibles; los automovilistas, además de tener un interés en la economía del “bolsillo”, se preocupan por su seguridad personal al trasladarse de un lugar a otro; y por último, los consumidores, que además de abarcar los grupos antes mencionados, se incluyen a las personas que no tienen relación directa con los caminos, pues el estado de la Red Vial se refleja en el precio del transporte, y éste a su vez en el precio de los diversos productos.

El escaso atractivo de la conservación reside en el hecho de que no tiene otro propósito sino mantener lo que ya se tiene, sin satisfacer los deseos de progreso. La preservación de la Red Vial ya alcanzada les otorga a las personas una sensación de estancamiento.

En efecto, la Red Vial se va consumiendo y desgastando paulatinamente, aunque la manifestación de ese desgaste tarde en hacerse evidente. Paradójicamente, el interés general por la conservación se manifiesta cuando, precisamente por falta de conservación, los caminos llegan a tal grado de deterioro, que provoca serios trastornos en el tránsito.

El mayor interés de los usuarios directos es que exista un número suficiente de caminos como para desplazarse a todos los lugares que deseen. En cuanto a calidad, desearían ciertamente que todos los caminos estuvieran pavimentados y en buen estado, tanto para minimizar los costos de operación de los vehículos como para hacer el viaje lo más cómodo posible.

### 5.3 Consecuencias de la Ausencia de Conservación

Probablemente se piense que la ausencia de conservación de los caminos simplemente provoque el deterioro de estos, no obstante la realidad es que más temprano que tarde, también nos afectará en diversos aspectos, principalmente la salud y la economía. Pero además provocará daños que continuarán afectando aun a las generaciones futuras.

#### 5.3.1 Impacto Ambiental

La construcción de vías de transporte terrestre supone una gran cantidad de efectos sobre el Ambiente, que no precisamente resultan beneficiosos.

*“El Ambiente como se usa aquí, se refiere a la totalidad de lo que rodea al género humano: lo social, lo físico, lo natural y lo sintético. Incluye a las comunidades de humanos, plantas y animales, y a las fuerzas que actúan sobre las tres.”<sup>39</sup>*

La mayor parte de las actividades que corresponden a la construcción de un camino, van acompañadas de impactos negativos para la estabilidad ambiental, los principales se mencionan a continuación:

#### Impactos sobre el Suelo

Pérdida de suelo productivo, erosión, desestabilización de taludes, disposición de materiales de desecho.

#### Impactos sobre la Flora y la Fauna

Impactos Directos: pérdida y fragmentación del hábitat, restricción de corredores biológicos, daños a ecosistemas acuáticos, interrupción de ciclos biogeoquímicos.

Impactos Indirectos: accesibilidad a ambientes naturales, desequilibrios ecológicos, contaminación del ecosistema, incendios y transmisión de enfermedades.

---

<sup>39</sup> AASHTO, “Diseño Geométrico de Carreteras y Calles, AASHTO-1994”, 1994, Cap.2, p. 99

### **Impactos en los Pueblos Indígenas**

Pérdida de la identidad tradicional, pérdida de sistemas de subsistencia y violación de los derechos tradicionales de tenencia de la tierra.

### **Impactos en los Recursos Hídricos**

Ocasionan tres tipos de modificaciones al ambiente hidrológico natural: modificación del flujo superficial, modificación del flujo subterráneo y degradación de la calidad del agua superficial y subterránea.

### **Impactos de la Reubicación y Expropiación de Tierras**

El desarrollo de carreteras requiere a menudo la reclamación de tierras privadas, las cuales tienen que ser adquiridas por el gobierno mediante compra a sus propietarios, aunque a menudo se aplica la expropiación obligada como utilidad pública para proyectos nacionales. Los impactos económicos de la expropiación, incluyen pérdida de casas y negocios y la pérdida permanente o temporal de ingresos. Los impactos sociales y psicológicos con sus costos asociados, son más complejos y mucho más devastadores.

### **Impactos sobre la Herencia Cultural**

La herencia o propiedad cultural se refiere a aquellos sitios, estructuras y restos de valor arqueológico, histórico, estético, religioso y cultural. El daño causado por construcción de carreteras, es el relativo a bancos de préstamo y canteras y el acceso no regulado a sitios de herencia cultural.

### **Impactos sobre el Medio Sonoro**

El ruido provocado por la construcción de carreteras afecta la tranquilidad de las personas, producen vibraciones peligrosas para sitios de valor cultural, y perturba a la vida silvestre.

### **Impactos sobre la Seguridad y la Salud Humana**

Los caminos nuevos, al conectar áreas que antes estaban aisladas, funcionan como corredores ideales para la transmisión de enfermedades humanas y plagas

de cosechas y ganado. La contaminación del aire y el agua, a consecuencia de proyectos de carreteras, también pone en peligro la salud humana.

Aunque resulta muy difícil evitar los efectos negativos que tiene sobre el Medio Ambiente la construcción de una carretera, lo que sí se podría evitar es el daño ambiental causado por las obras de reconstrucción y rehabilitación innecesarias.

*“La reconstrucción y la rehabilitación de una carretera suponen la demolición de partes importantes del camino y el transporte de escombros, actividades ambas, que requieren gran cantidad de energía y que ocasionan daños al medio ambiente y al paisaje, a causa del depósito de antiestéticos escombros no biodegradables que debe realizarse en algún lugar. Por último, la reconstrucción de una carretera supone un gasto en materiales nuevos, similar al que se ocupa en el proceso original de construcción.”<sup>40</sup>*

### 5.3.2 Efecto sobre los Costos del Sistema de Transporte Vial

Como se explicó anteriormente, el costo total del Sistema Vial es la suma de los costos de operación vehicular y los costos en que incurre el Organismo Vial.

Se puede afirmar que *“los ahorros en Costos de Operación Vehicular y en tiempo de viaje son las principales fuentes de beneficios cuantificables de los gastos en mejoras y mantenimiento de carreteras”<sup>41</sup>*, y esto implica que los gastos que efectúan el MTI y el FOMAV, en materia de conservación o mejoramiento de caminos, es indispensable para reducir los gastos que deben solventar los conductores en materia de mantenimiento y reparación de sus vehículos.

Cuando se conserva un camino con estrategias adecuadas y en el tiempo requerido, se protege la economía de todos sus usuarios y se garantiza su seguridad. Si, en cambio, no es objeto de un esquema apropiado de conservación, el camino empieza a presentar defectos que tienden a empeorar y se convierten en graves obstáculos para la movilización de vehículos, supone un

---

<sup>40</sup> Schliessler & Bull, “Caminos. Un nuevo enfoque para la gestión y conservación de redes viales”, Santiago de Chile, Chile, 1994, p. 23

<sup>41</sup> Oficina de Diagnóstico y Evaluación de Pavimentos, MTI (b), “Calibración de los Costos de Operación Vehicular”, 2011, p. 2

## CAPÍTULO V: CONSERVACIÓN DE CAMINOS

gasto mayor de combustible, gastos excesivos para neumáticos, reparaciones y repuestos en general.

Por cada dólar que se debería haber usado en mantenimiento, los usuarios de los caminos están obligados a gastar alrededor de tres dólares en costos adicionales correspondientes a la operación de vehículos. Esto significa un gran peso para la eficiencia de la economía, y en especial para la competitividad de sus exportaciones a los mercados internacionales, de los cuales dependen para su bienestar.

Por otro lado, los organismos encargados del mantenimiento de caminos tienen un gran desafío cuando se trata de elegir el momento adecuado para realizar las actividades de conservación, pues una decisión equivocada provoca pérdidas económicas importantes.

Cuando los trabajos de conservación se realizan de manera anticipada, se pierde la oportunidad de haber utilizado este capital en algo más rentable o de usarlo para atender tramos de caminos que lo necesiten con urgencia. Sin embargo, es mucho más grave cuando se postergan las actividades, pues esto ocasiona daños en la estructura básica del camino, para lo cual se haría necesario realizar trabajos de rehabilitación o reconstrucción, que representan costos mucho más altos que los correspondientes a trabajos de conservación efectuados en el instante apropiado.

En resumen, estrategias inapropiadas de Conservación Vial reducen la vida útil y calidad de servicio de los caminos, generando importantes gastos extras a sus usuarios; y errar en la elección del momento adecuado para ejecutar los trabajos de conservación, se deriva en gastos innecesarios por parte del Organismo Vial.



### VI. COMPORTAMIENTO DEL DETERIORO DE CAMINOS

Con el paso de los años y debido a diversos factores (en especial el tránsito), los caminos presentan defectos que, de no ser corregidos a tiempo, tienden a empeorar y reducen la calidad de las vías. El deterioro de un camino es inevitable, no obstante se puede controlar con la aplicación de un esquema de conservación adecuado para evitar la pérdida total de la vía y la necesidad de reconstruirla o rehabilitarla. Sin embargo, en contraste con los países desarrollados, en nuestro país (como en muchos países subdesarrollados o en desarrollo), la mayoría de los caminos experimentan un ciclo de vida útil denominado “normal”, debido a que es el que ocurre con frecuencia.

#### 6.1 Ciclo “Normal” de un Camino

Este ciclo “normal” de un camino consta de cuatro fases o etapas, que se ilustran en el Gráfico 6.1 (p. 74) y se describen a continuación<sup>42</sup>.

##### 6.1.1 Fase A. Construcción

Independientemente de la calidad de las labores de ejecución para la construcción de un camino, este entra en servicio recién terminada la obra y en ese momento suele encontrarse en excelentes condiciones y apto para satisfacer plenamente las necesidades de los usuarios.

##### 6.1.2 Fase B. Deterioro Lento y Poco Visible

Durante un cierto número de años, el camino irá experimentando un proceso de desgaste y debilitamiento progresivo, pero lento, principalmente en la superficie, como en el resto de su estructura aunque en menor grado. Este desgaste se deberá, entre otros, al efecto del tránsito y a factores climáticos; por otro lado, la

---

<sup>42</sup> Schliessler & Bull, Caminos. “Un nuevo enfoque para la gestión y conservación de redes viales”, 1994, Santiago de Chile, Chile, p. 27

## **CAPÍTULO VI: COMPORTAMIENTO DEL DETERIORO DE CAMINOS**

velocidad de dicho desgaste dependerá además de la calidad de la construcción inicial (que pudo haber sido sólida o deficiente).

Durante toda la Fase B, el camino se mantiene aparentemente en buen estado y el usuario no percibe el desgaste, puesto que a pesar del aumento gradual de fallas menores aisladas, el camino seguirá sirviendo bien a los usuarios.

### **6.1.3 Fase C. Deterioro Acelerado**

Después de varios años de uso, toda la estructura del camino estará cada vez más “agotada”, y entrará en una etapa de deterioro acelerado en la que resistirá cada vez menos el tránsito. Al inicio de esta fase, la estructura del camino aún sigue intacta, las fallas en la superficie son menores, y el usuario común tiene la impresión de que el camino aún se mantiene bastante sólido, sin embargo, no es así (ver sub-etapa C1 en Gráfico 6.1, p. 74). Avanzando un poco más en la Fase C, se pueden observar cada vez más daños en la superficie y empezará el deterioro de la estructura, que no es visible.

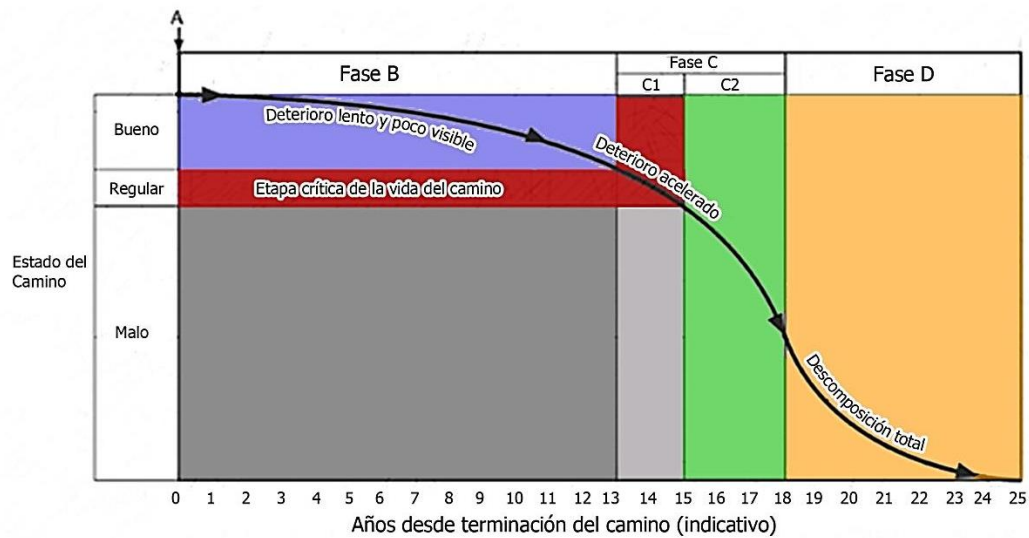
Estos daños comienzan siendo puntuales, pero luego se extienden hasta afectar la mayor parte del camino (ver sub-etapa C2 en Gráfico 6.1, p. 74). Esta fase es relativamente corta, pues una vez que el daño de la superficie se generaliza, la destrucción es acelerada.

### **6.1.4 Fase D. Descomposición Total**

La descomposición total de un camino constituye la última etapa de su existencia y puede durar varios años. Durante ese período, lo primero que se observa es la pérdida del material superficial, principalmente por el tráfico pesado, hasta que termina siendo un camino de tierra, por lo que el paso de vehículos se dificulta, la velocidad promedio de circulación baja bruscamente y la capacidad del camino queda reducida a sólo una fracción de la original. El costo de operación vehicular sube de manera considerable y la cantidad de accidentes graves también aumenta.

## CAPÍTULO VI: COMPORTAMIENTO DEL DETERIORO DE CAMINOS

Gráfico 6.1 Deterioro “Normal” de los Caminos con el Transcurso del Tiempo



Nota: La curva presentada se basa en un pavimento de hormigón asfáltico. La curva del deterioro para para otros tipos de camino tiene una forma diferente de la curva presentada. Sin embargo, el “mensaje general” del gráfico es igualmente válido para los caminos de cualquier tipo.

Fuente: Adaptado de Schliessler & Bull, Caminos. “Un nuevo enfoque para la gestión y conservación de redes viales”, 1994, Santiago de Chile, p. 26

Schliessler y Bull expresan que para frenar el proceso de desgaste y debilitamiento del camino que se ocurre en la Fase B, es necesario aplicar, con cierta frecuencia, diferentes medidas de conservación, principalmente en la capa superficial y en las obras de drenaje. Además hay que efectuar operaciones rutinarias de mantenimiento.

También aseguran que en un esquema sano de conservación, la superficie del camino debe reforzarse al inicio de la Fase C, período en el cual la condición de la superficie se torna crítica (ver sub-etapa C1 de gráfico anterior). Los objetivos del refuerzo son los siguientes:

- ✓ Detener el deterioro acelerado del camino.
- ✓ Conservar intacta la estructura básica existente.
- ✓ Asegurar la capacidad estructural del camino, de modo que pueda ser apto para el tránsito durante otro período prolongado.

Al inicio de la Fase C, normalmente basta con reforzar la superficie del camino, lo que supone un costo relativamente bajo. Una vez efectuado un refuerzo

## CAPÍTULO VI: COMPORTAMIENTO DEL DETERIORO DE CAMINOS

adecuado, el camino vuelve a ser apto para su función y puede resistir al tránsito durante una buena cantidad de años más. Sin embargo, como al comienzo de esta fase las fallas no son detectables a simple vista y la marcha del vehículo no es muy incómoda, generalmente no se interviene en el momento preciso y el deterioro se agudiza.

Si se deja pasar el momento óptimo de intervención, el simple refuerzo de la superficie ya no es suficiente. Cuanto más se retrase, mayores serán los daños y también las reparaciones necesarias en la estructura del camino.

Al finalizar la Fase C y durante la Fase D, sólo cabe reconstruir el camino, a un costo que puede equivaler entre 50% y 80% del valor de un camino completamente nuevo.

### 6.2 Representación Gráfica del Deterioro de los Caminos


La curva del deterioro de los caminos (Gráfico de la página anterior) empieza en un punto alto, como expresión del buen estado del camino nuevo después de su construcción inicial; luego desciende gradualmente hasta llegar a un punto bajo, el cual refleja el peor estado del camino ya destruido.


El Organismo Vial normalmente interviene antes de la descomposición total del camino, ya sea renovando la superficie o, si es demasiado tarde para ello, mediante su rehabilitación o reconstrucción.

Después de efectuar la medida, el camino vuelve a ser bueno, hecho que en el Gráfico “a” de la Ilustración 6.1 (p. 77) queda expresado por una subida abrupta de la curva, hasta un nivel alto. Con el correr del tiempo, todo el proceso se repite, y la curva toma la forma de una sierra invertida, en la cual los dientes representan las intervenciones que devuelven el camino a un mejor estado.


Ahora bien, la forma exacta de la “sierra” puede variar considerablemente, según los diferentes factores que influyen en el camino:

## CAPÍTULO VI: COMPORTAMIENTO DEL DETERIORO DE CAMINOS

 Los dientes pueden estar más distantes (Gráfico “b” de la Ilustración 6.1, p. 77) o menos distantes (Gráfico “c” de la Ilustración 6.1) uno del otro, representando la rapidez del deterioro, y dependiendo del volumen de tránsito, del clima, de la calidad de la construcción original, y del mantenimiento rutinario que se efectúa.

 Los espacios entre los dientes puede ser más o menos profundos, lo que representa la política de intervención; esta puede ser de conservación adecuada (Gráfico “d” de la Ilustración 6.1), que en sentido estricto se refiere a la intervención cuando el camino está en estado regular; o bien puede ser de rehabilitación/reconstrucción (Gráfico “e” de la Ilustración 6.1) que se refiere a intervenir cuando el camino ya se encuentra en mal estado.

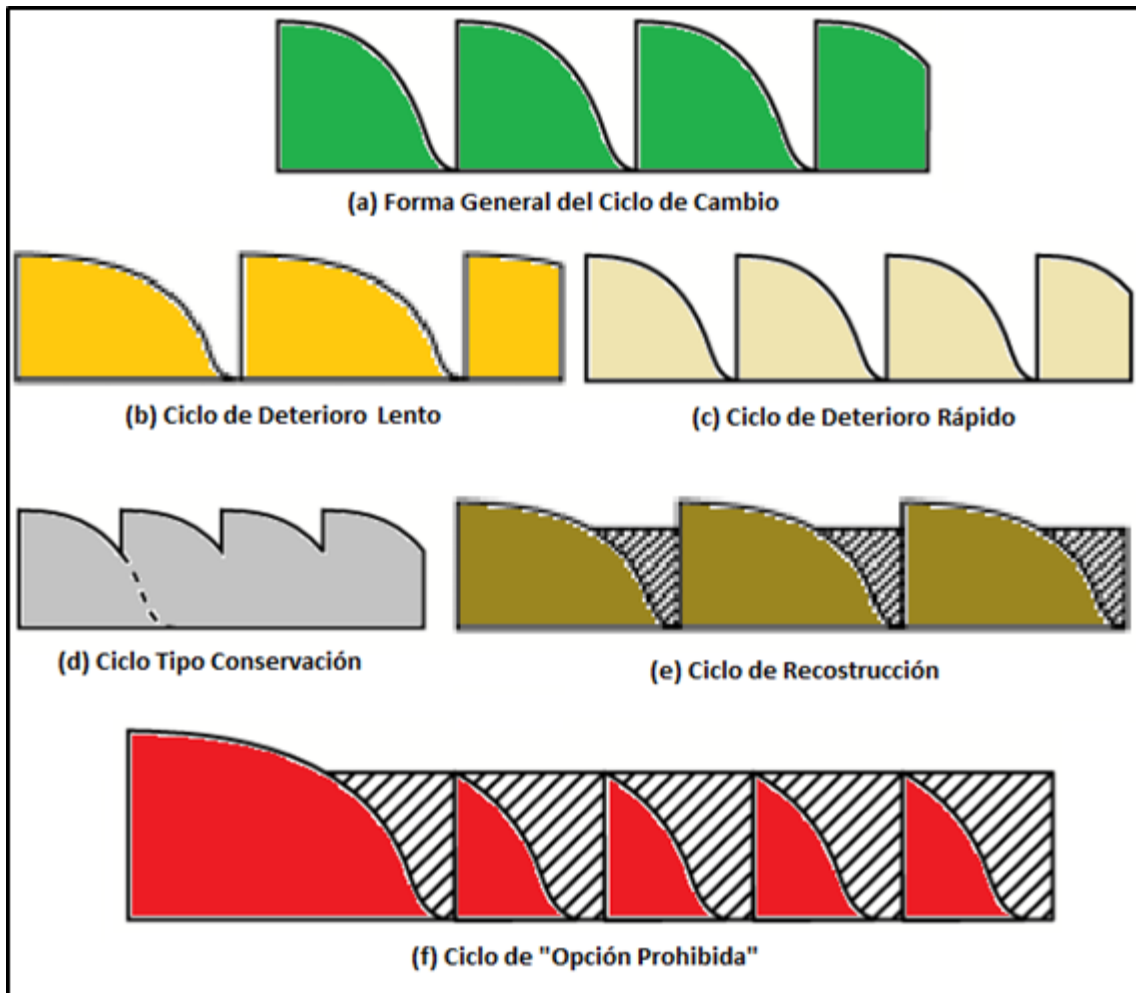
Durante el ciclo de reconstrucción, se producen periodos en los cuales los usuarios de los caminos tienen que soportar elevados costos de operación de vehículos, debido a la mala condición del camino (representadas por las áreas oscuras en el gráfico “e” de la Ilustración 6.1).

 Para ilustrar lo que no debe hacerse, se presenta el Gráfico “f” de la Ilustración 6.1 (p. 77), curva correspondiente a la “opción prohibida”, la cual consiste en postergar las actividades de conservación más allá del tiempo e que la estructura del camino aún está intacta. En esta, las intervenciones son de emergencia, principalmente superficiales, dejando el daño estructural básico si corregir, lo cual deriva en la poca calidad y escasa duración de las obras.

Además de las curvas descritas, existe un número infinito de otras curvas y ciclos que representan las distintas decisiones que se adoptan en la práctica. Pero en general, se puede observar que la realidad está constituida por una “colección de sierras”.

## CAPÍTULO VI: COMPORTAMIENTO DEL DETERIORO DE CAMINOS

Ilustración 6.1 Una Colección de Sierras



Fuente: Schliessler & Bull, Caminos. "Un nuevo enfoque para la gestión y conservación de redes viales", 1994, Santiago de Chile.

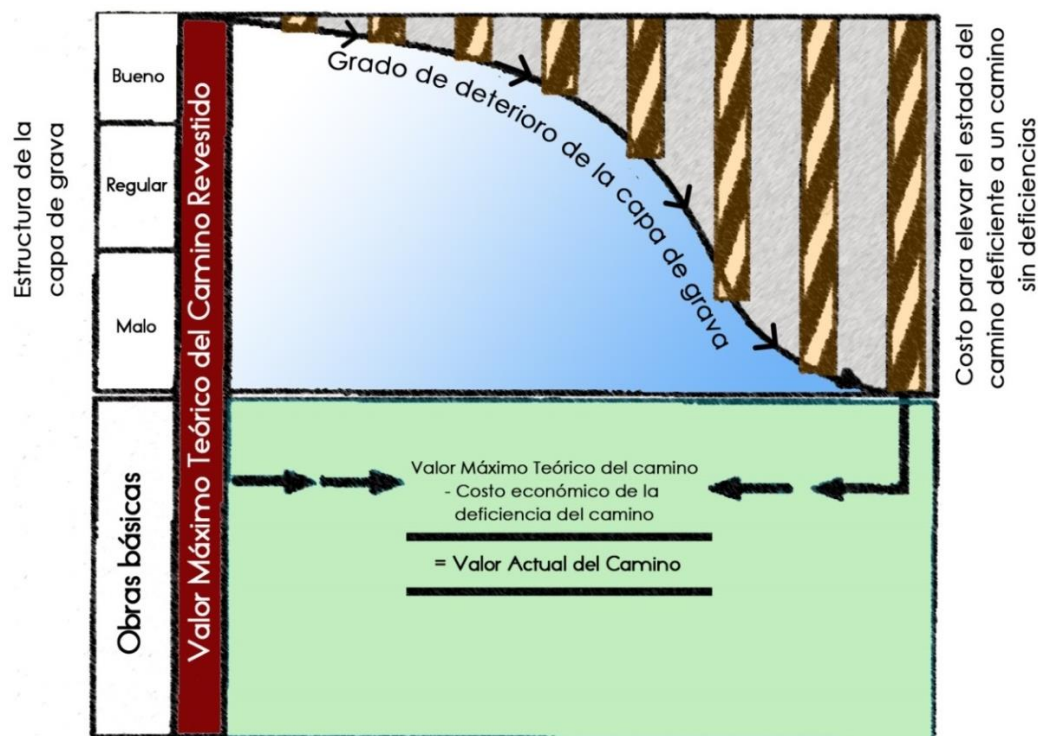
Este comportamiento ante las intervenciones para mantenimiento en los caminos, se podrán observar en la representación gráfica que resulta de su evaluación en la hoja de cálculo "DETOUR" que se describirá en el próximo capítulo y se puede observar en el Anexo IX (p. xx).

## VII. METODOLOGÍA Y DESARROLLO DEL TEMA

### 7.1 Descripción General del Diseño de la Investigación

La metodología utilizada para el cálculo del Valor del Patrimonio de Caminos Revestidos, fue propuesta en 1994 por Andreas Schliessler y Alberto Bull, consultores de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), los cuales en su libro titulado “Caminos. Un nuevo enfoque para la gestión y conservación de Redes Viales” establecen que el valor de un camino, que no es nuevo, se calcula partiendo del valor que tendría el camino como si fuese nuevo, substrayendo el costo que signifique elevar el estado actual deficitario del camino al estado como si estuviese nuevo. El valor restado corresponde al costo o inversión que se debe realizar para eliminar cualquier deficiencia en el camino (ver Gráfico 7.1).

Gráfico 7.1 Valor de un Camino



Fuente: Adaptado de Schliessler & Bull, Caminos. “Un nuevo enfoque para la gestión y conservación de redes viales”, 1994, Santiago de Chile.



### 7.2 Descripción de Fuentes de Información

Las fuentes principales, proveedoras de los datos requeridos y la información necesaria para el desarrollo de este estudio, fueron las siguientes:

#### 7.2.1 Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI)

Ente del Estado, creado con el propósito de servir a la sociedad y a todos los sectores económicos mediante la formulación de políticas en materia de transporte y construcción a fin de normar, planificar, ejecutar, evaluar y controlar la actividad que conlleve a conservar la infraestructura vial y brindar un servicio de transporte en sus diferentes modalidades que satisfaga las exigencias de la población.

#### 7.2.2 Fondo de Mantenimiento Vial (FOMAV)

Ente autónomo del Estado, administrado por su Consejo Directivo y autorizado por su Ley Creadora y Leyes de Reforma, a administrar de manera autónoma, recursos pecuniarios captados mediante la aplicación de tarifas y cargos que son destinados de forma única y exclusiva para las actividades de mantenimiento y otras actividades conexas, de la Red Vial Nacional Mantenible y de la Red Vial Municipal Mantenible.

### 7.3 Tipo de Información Requerida de las Fuentes

- Un inventario actualizado de los caminos a nivel nacional y sus características principales, preferiblemente dividido en tramos. Lo requerido de este inventario son principalmente datos de codificación, origen y destino, clasificación funcional, volumen de tránsito, tipo de terreno, ancho de carril, espesor de capa de grava y longitud de los tramos de caminos revestidos de Nicaragua.
- El Índice de Regularidad Internacional y el estado o condición actual de cada tramo de camino revestido de Nicaragua.
- Un informe o listado de los costos unitarios actuales correspondientes a

## CAPÍTULO VIII: ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS

las distintas actividades de mantenimiento, tanto del MTI como del FOMAV (ver Cuadros 1, 2 y 3 del Anexo I, pp. ii y iii) y los costos de rehabilitación, mejoramiento y reconstrucción de caminos, así como el de construcción nueva, de los que sólo se encarga el MTI.

### 7.4 Procedimiento para la Recolección de la Información

- ✓ Se realizó solicitud formal, mediante cartas extendidas por la decanatura de la Facultad de Tecnología de la Construcción de la Universidad Nacional de Ingeniería, o solicitud verbal por parte nuestra, para obtener la información requerida de las instituciones.
- ✓ Visitas *in situ* para el reconocimiento visual del estado de los tramos de caminos, en compañía de un experto en mantenimiento de caminos del MTI.
- ✓ Búsqueda de documentos digitalizados o físicos en fuentes secundarias, que nos permitieran mayor entendimiento del tema desarrollado, asimismo para enriquecer las bases teóricas del documento.
- ✓ Encuesta dirigida a la sociedad para conocer la opinión acerca del tema de la Conservación de Caminos (ver Anexo VII, p. xiv).

### 7.5 Procesamiento de la Información

El cálculo del Valor del Patrimonio Vial no es demasiado complejo, pero sí voluminoso, por lo que resultaría muy difícil efectuarlo manualmente. Por esta razón y porque los avances tecnológicos lo permiten, se utilizó el programa Microsoft Excel 2010. Cabe señalar que la elaboración de la hoja automatizada se hace sólo la primera vez que se efectúa el cálculo. Para la realización de cálculos posteriores, bastará con actualizar la misma hoja.

Durante la revisión de los datos, se tomaron en cuenta los siguientes aspectos:

- Se analizó la posibilidad de dividir el inventario en diferentes partes,

## CAPÍTULO VIII: ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS

organizándolo por los departamentos del país. Este sistema permitió trabajar simultáneamente, luego de la distribución del número de departamentos con sus respectivos municipios, puesto que se disponía de más de una computadora, lo cual aceleró relativamente el trabajo.

- Asimismo se averiguó que el inventario de caminos estaba actualizado, para comprobar que refleja la realidad de la red vigente. Igualmente se indagó si está actualizada la información sobre el estado de todos los tramos de caminos de la red revestida.
- Se investigó además, que la información sobre el volumen de tránsito se origina de conteos no demasiado antiguos, ya que sabemos que esto es especialmente importante para caminos de tránsito reducido, donde la opción más económica puede consistir en dejar que el camino se deteriore hasta transformarse en “malo”.

Para determinar el costo económico de la deficiencia física de los Caminos Revestidos se utilizó el método propuesto por el Banco Mundial, que consiste en una hoja de cálculo programada para tal fin y que se denomina DETOUR por sus siglas en inglés.

### 7.5.1 Costos de Mantenimiento de los Caminos Revestidos

DETOUR (*Deterioration of Engineered Unpaved Roads*)<sup>43</sup> es una herramienta de simulación en Excel, desarrollada por el ing. Rodrigo Archondo Callao del Banco Mundial, que utiliza el modelo HDM. Tiene la propiedad de permitir visualizar en el tiempo, de forma directa, cómo será el desarrollo de la rugosidad, espesor de la carpeta de rodamiento, los costos de conservación y de operación vehicular, de forma conjunta, en función de las propiedades del camino, el tráfico y las normas de mantenimiento (ver Cuadro 7.3 y Anexo VIII, p. xvii).

En lo que respecta al tránsito, los valores mínimo y máximo son 25 y 1,325 veh./día respectivamente, habiendo volúmenes distintos dentro de ese rango

---

<sup>43</sup> Deterioro de Caminos No Pavimentados con Diseño Geométrico.

## CAPÍTULO VIII: ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS

para cada tramo, debido a esta variación, el TPDA se ha clasificado en 4 rangos para analizar los caminos con mayor criterio y exactitud (Ver Cuadro 7.1).

Cuadro 7.1 Rangos de Volúmenes de Tránsito

Tipo de Volumen de Tránsito	
<b>T1</b>	$TPDA \geq 1000$
<b>T2</b>	$500 \leq TPDA < 1000$
<b>T3</b>	$50 < TPDA < 500$
<b>T4</b>	$TPDA \leq 50$

Fuente: Elaboración propia, basada en los datos de TPDA emitidos por el MTI.

Para determinar el costo necesario para convertir un camino deficiente en uno sin deficiencias (camino nuevo), se han correlacionado los parámetros de tránsito, tipo de terreno y estado físico en una matriz (Cuadro 7.2 en la página siguiente) que muestra las diferentes combinaciones en que los caminos pueden encontrarse en la actualidad, y que, según las características que presenten, tendrán un costo deficitario correspondiente.

## CAPÍTULO VIII: ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS

Cuadro 7.2 Matriz Condición-Topografía-Tránsito

<b>MATRIZ CONDICIÓN-TOPOGRAFÍA-TRÁNSITO</b>		
Bueno Plano T1	Bueno Ondulado T1	Bueno Montañoso T1
Bueno Plano T2	Bueno Ondulado T2	Bueno Montañoso T2
Bueno Plano T3	Bueno Ondulado T3	Bueno Montañoso T3
Bueno Plano T4	Bueno Ondulado T4	Bueno Montañoso T4
Regular Plano T1	Regular Ondulado T1	Regular Montañoso T1
Regular Plano T2	Regular Ondulado T2	Regular Montañoso T2
Regular Plano T3	Regular Ondulado T3	Regular Montañoso T3
Regular Plano T4	Regular Ondulado T4	Regular Montañoso T4
Malo Plano T1	Malo Ondulado T1	Malo Montañoso T1
Malo Plano T2	Malo Ondulado T2	Malo Montañoso T2
Malo Plano T3	Malo Ondulado T3	Malo Montañoso T3
Malo Plano T4	Malo Ondulado T4	Malo Montañoso T4

Fuente: Elaboración propia, basada en los parámetros que establece el MTI para los Caminos Revestidos.

## CAPÍTULO VIII: ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS

Los datos expuestos en la hoja de cálculo del costo de las deficiencias de los Caminos Revestidos se clasifican de la siguiente manera:

- **Entorno, Geometría y Tráfico (*Environment, Geometric and Traffic*)**

En esta sección se ingresó las características físicas del camino y la precipitación en m/mes (ver mapa en Anexo II, p. v) en dependencia de la topografía (ver mapa en Anexo VI) y la zona de que se trate.

El volumen del TPDA está distribuido en porcentajes de vehículos livianos y pesados, siendo estos de 70% y 30% respectivamente, según los conteos realizados por el MTI; y la tasa de crecimiento anual del TPDA es de 5.33%<sup>44</sup>, establecida de forma general (ver cuadro en Anexo III, p. vii).

- **Características de la Capa de Grava (*Gravel Layer Characteristics*)**

Se encuentran las características que debe tener el material de la superficie de estos caminos y la granulometría de la grava (ver cuadro en Anexo IV, p. ix) según las Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos, Calles y Puentes (NIC-2000). También aquí se incluye el IRI actual de cada camino.

- **Características de la Capa de Tierra (*Earth Layer Characteristics*)**

Estos datos son invariables, debido a que el MTI determinó un tipo promedio de suelo para utilizarlo en los tramos a nivel nacional. La capa de tierra es la que funciona como sub-rasante.

- **Mantenimientos Rutinario y Periódico**

En estas secciones se reflejan los datos referidos a las actividades que se deben realizar para eliminar cualquier deficiencia que presente el tramo de camino.

Cabe señalar que en la práctica el Mantenimiento Rutinario se realiza cada año, y al tercer año se aplica un Mantenimiento Periódico, sin embargo, las siguientes condiciones expresadas en esta hoja de cálculo son las adecuadas para eliminar

---

<sup>44</sup> Oficina de Diagnóstico y Evaluación de Pavimentos, MTI (a), 2013. “Anuario de Aforos de Tráfico 2012”, p. 15

## CAPÍTULO VIII: ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS

las deficiencias de los caminos. Esta información fue suministrada por la Dirección de Conservación Vial del MTI, y es la siguiente:

### **Normas de Mantenimiento Rutinario (*Recurrent Maintenance Policy*)**

- El Intervalo de Nivelación (en días), *grading interval (days)*. Se deben aplicar las nivelaciones, tomando en cuenta que se pretende que los caminos lleguen de su estado actual a un estado sin deficiencias, estos períodos corresponden a 365 días para un camino en buen estado, 180 días para uno en estado regular y 120 días para tramos en mal estado. Además se considera que la Nivelación cubre toda la superficie del camino.
- El Volumen de Bacheo, *spot regravelling*. Para este volumen, se toma en cuenta, no sólo el material que debe reponerse por baches, sino también, la segregación que ocurre en el camino.

A su vez, los costos estipulados fueron facilitados por la División de Pre-inversión del MTI y se aprecian en el Cuadro 1 del Anexo I (p. ii).

### **Normas de Mantenimiento Periódico (*Periodic Maintenance Policy*)**

Aquí se especifica el momento crítico en que se aplica un Mantenimiento Periódico. Teniendo en cuenta la condición actual de los caminos, un camino bueno puede disminuir hasta el 15% del espesor de la capa de grava, se consideró que un camino regular disminuye en promedio 20% y uno malo un promedio del 50% (según datos del Cuadro 3.2, p. 44); para cada uno debe evaluarse el costo de mantenimiento para elevarlo a la condición en la que se encontraba cuando el camino era nuevo, es decir con 250 mm de espesor de capa de grava y condiciones óptimas de transitabilidad.

Las especificaciones de la grava nueva que se aplicará cuando se realice Mantenimiento Periódico son iguales a las que posee la capa original de la estructura del Camino Revestido.

Los costos que se muestran en la hoja de cálculo DETOUR para esta sección



## CAPÍTULO VIII: ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS

fueron obtenidos por la División de Pre-inversión del MTI, y son expuestos en el cuadro 2 del Anexo I (p. ii).

- **Coeficientes de Costos de Operación Vehicular (Light and Heavy Vehicles Road User Costs Coefficients)**

En este sector se ingresan los Costos de Operación Vehicular en función de la rugosidad específicamente para los caminos de superficie de grava, obtenidos del Informe “Calibración de los Costos de Operación Vehicular COV 2011” del MTI, y apreciados en la tabla del Anexo VI (p. xi).

## CAPÍTULO VIII: ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS

Cuadro 7.3 Hoja de Cálculo - DETOUR

DETOUR - Deterioration of Engineered Unpaved Roads - Version 1.0				
<i>In</i>	Camino Revestido, Bueno, Plano, T1			
<b>Environment, Geometry, and Traffic</b>		Rainfall (m/month)		0.14867
Road Width (m)	6.0	Shoulder Width (m)		0.0
Rise and Fall (m/km)	30	Horizontal Curvature (degree/km)		50
Light Vehicle Traffic, GVW<3.5 tons (vpd)	700	Light Vehicle Traffic Growth (%)		5.33%
Heavy Vehicle Traffic, GVW>3.5 tons (vpd)	300	Heavy Vehicle Traffic Growth (%)		5.33%
<b>Gravel Layer Characteristics</b>		Maximum Roughness (IRI)		10
Thickness (mm)	250	Maximum Particle Size (mm)		25.0
Age (years)	20	Plasticity Index (#)		8.0
Mechanical Compaction (Y/N)	Y	% Passing 2.000 mm Sieve		56.0
Current Roughness (IRI)	9	% Passing 0.425 mm Sieve		28.0
Minimum Roughness (IRI)	6	% Passing 0.075 mm Sieve		16.0
<b>Earth Layer Characteristics</b>		Plasticity Index (#)		35.0
Minimum Roughness (IRI)	12	% Passing 2.000 mm Sieve		30.0
Maximum Roughness (IRI)	20	% Passing 0.425 mm Sieve		20.0
Maximum Particle Size (mm)	10.0	% Passing 0.075 mm Sieve		10.0
<b>Recurrent Maintenance Policy</b>		Spot Regravelling (m3/km/year)		225
Grading Interval (days)	365			
<b>Periodic Maintenance Policy</b>		Maximum Roughness (IRI)		10
New gravel layer at gravel thickness (mm)	212.5	Maximum Particle Size (mm)		25.0
New gravel layer thickness (mm)	37.5	Plasticity Index (#)		8.0
Mechanical Compaction (Y/N)	Y	% Passing 2.000 mm Sieve		56.0
Initial Roughness (IRI)	6	% Passing 0.425 mm Sieve		28.0
Minimum Roughness (IRI)	6	% Passing 0.075 mm Sieve		16.0
<b>Material Loss Calibration</b>				
Gravel Loss Factor	1.0	Traffic-induced Loss Factor		1.0

<i>Out</i>	Road Deterioration			
Year	Traffic (vpd)	Roughness (IRI)	Gravel Thickness (mm)	Gravel Layer (in year)
1	1000	11.0	253	
2	1053	11.2	254	
3	1109	11.2	255	
4	1169	11.2	254	
5	1231	11.2	252	
6	1296	11.2	249	
7	1366	11.2	245	
8	1438	11.3	240	
9	1515	11.3	233	
10	1596	11.3	224	
11	1681	11.3	215	
12	1770	11.3	240	12
13	1865	9.1	227	
14	1964	11.0	249	14
15	2069	9.3	232	
16	2179	11.1	213	
17	2295	11.3	230	17
18	2418	9.5	244	18
19	2546	9.6	218	
20	2682	11.2	227	20
<b>Average</b>				<b>Average</b>
1-20	1712	10.8	238	Interval (years)
1-5	1112	11.1	254	
6-10	1442	11.3	238	
10-15	1870	10.4	233	4.0
15-20	2424	10.5	226	

Note:

Camino de Superficie Revestida, en Estado Bueno, con Terreno Plano y con TPDA > 1000

RURAL ROADS THEMATIC GROUP  
THE WORLD BANK, DETOUR10.XLS, 9/9/99, RAC


Fuente: Banco Mundial

## CAPÍTULO VIII: ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS

Cuadro 7.3 Hoja de Cálculo – DETOUR (Continuación)

DETOUR - Deterioration of Engineered Unpaved Roads - Version 1.0									
In	Camino Revestido, Bueno, Plano, T1								
Environment, Geometry, and Traffic									
Road Width (m)	6.0	Shoulder Width (m)	0.0						
Rise and Fall (m/km)	30	Horizontal Curvature (degree/km)	50						
Gravel Thickness (mm)	250	Rainfall (m/month)	0.14867						
Light Vehicle Traffic, GVW<3.5 tons (vpd)	700	Light Vehicle Traffic Growth (%)	5.33%						
Heavy Vehicle Traffic, GVW>3.5 tons (vpd)	300	Heavy Vehicle Traffic Growth (%)	5.33%						
Gravel Layer Characteristics				Earth Layer Characteristics					
Plasticity Index (#)	8.0	Plasticity Index (#)	35.0						
Maximum Particle Size (mm)	25.0	Maximum Particle Size (mm)	10.0						
% Passing 2.000 mm Sieve	56.0	% Passing 2.000 mm Sieve	30.0						
% Passing 0.425 mm Sieve	28.0	% Passing 0.425 mm Sieve	20.0						
% Passing 0.075 mm Sieve	16.0	% Passing 0.075 mm Sieve	10.0						
Recurrent Maintenance Policy				Recurrent Maintenance Unit Costs					
Grading Interval (days)	365	Grading (\$/km)	4440						
Spot Regravelling (m3/km/year)	225	Spot Regravelling (\$/m3)	18.55						
		Routine Maintenance (\$/km-year)	2510.63						
Periodic Maintenance Policy				Periodic Maintenance Unit Cots					
New gravel layer at gravel thickness (mm)	37.5	Gravel Layer (\$/m3)	18.55						
New gravel layer thickness (mm)	212.5								
Light Vehicles Road User Costs Coefficients				Heavy Vehicles Road User Costs Coefficients					
RUC =	0.192605	RUC =	0.458766						
(\$/veh-km)	+ 0.008734 * IRI	(\$/veh-km)	+ 0.014854 * IRI						
	+ 0.000378 * IRI ^2		+ 0.001087 * IRI ^2						
	+ -0.000007 * IRI ^3		+ -0.000018 * IRI ^3						

Out	Road Agency Costs							Road User Costs	Society Costs
Year	Gradings (\$/km)	Spot Regravelling (\$/km)	Routine Maintenance (\$/km)	Gravel Layer (\$/km)	Total Recurrent (\$/km)	Total Periodic (\$/km)	Total Agency (\$/km)	(\$/km)	(\$/km)
1	4,440	4,174	2,511	0	11,124	0	11,124	162,687	173,811
2	4,440	4,174	2,511	0	11,124	0	11,124	172,845	183,969
3	4,440	4,174	2,511	0	11,124	0	11,124	182,220	193,345
4	4,440	4,174	2,511	0	11,124	0	11,124	192,085	203,209
5	4,440	4,174	2,511	0	11,124	0	11,124	202,475	213,600
6	4,440	4,174	2,511	0	11,124	0	11,124	213,420	224,545
7	4,440	4,174	2,511	0	11,124	0	11,124	224,950	236,074
8	4,440	4,174	2,511	0	11,124	0	11,124	237,094	248,219
9	4,440	4,174	2,511	0	11,124	0	11,124	249,887	261,011
10	4,440	4,174	2,511	0	11,124	0	11,124	263,362	274,486
11	4,440	4,174	2,511	0	11,124	0	11,124	277,555	288,679
12	4,440	4,174	2,511	4,174	11,124	4,174	15,298	292,506	307,804
13	4,440	4,174	2,511	0	11,124	0	11,124	279,206	290,331
14	4,440	4,174	2,511	4,174	11,124	4,174	15,298	320,133	335,431
15	4,440	4,174	2,511	0	11,124	0	11,124	312,134	323,259
16	4,440	4,174	2,511	0	11,124	0	11,124	356,293	367,418
17	4,440	4,174	2,511	4,174	11,124	4,174	15,298	379,059	394,357
18	4,440	4,174	2,511	4,174	11,124	4,174	15,298	368,854	384,152
19	4,440	4,174	2,511	0	11,124	0	11,124	389,925	401,049
20	4,440	4,174	2,511	4,174	11,124	4,174	15,298	440,762	456,060
Average 1-20	4,440	4,174	2,511	1,043	11,124	1,043	12,168	275,873	288,040
Years 1 to 20									
Average Agency Costs per Average Roughness					1,123				
Average Road User Costs per Average Roughness					25,470				
Average Society Costs per Average Roughness					26,593				

RURAL ROADS & TRANSPORT GROUP  
THE WORLD BANK, DETOUR10.XLS, 9/9/99, RAC



RURAL ROADS & TRANSPORT GROUP  
THE WORLD BANK, DETOUR10.XLS, 9/9/99, RAC

Fuente: Banco Mundial

## CAPÍTULO VIII: ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS

### 7.5.2 Ingreso de los datos en la hoja de cálculo

La construcción de la hoja de cálculo del Valor del Patrimonio Vial debe hacerse por sectores temáticos, que son grupos de columnas que contienen información sobre un tema específico (Ver Tabla Final en el Anexo X, p. xxvii).

#### 7.5.2.1 Sector Temático “A”

Debe comenzarse con las columnas que contienen la información básica de los caminos.

- Primera columna: Código del Tramo, a partir de los datos de Red Vial Básica contenidos en la revista Red Vial de Nicaragua 2012, publicada por el MTI.
- Segunda columna: Departamento, Municipio, Nombre de Origen y Destino del tramo, a partir de los datos de la Red Vial Básica contenidos en la revista Red Vial de Nicaragua 2012.
- Tercera columna: Longitud del Tramo, en kilómetros, a partir de los datos de Red Vial Básica contenidos en la revista Red Vial de Nicaragua 2012.
- Cuarta columna: Tránsito Promedio Diario Anual, datos que fueron proporcionados por la Dirección de Mantenimiento Vial del MTI (Anuario de Aforos de Tráfico 2012).

#### 7.5.2.2 Sector Temático “B”

Este sector contiene la información sobre el Valor Máximo Teórico, es decir, el valor de cada camino como si estuviese recién construido. La suma de todos los valores de la sexta columna es el valor máximo que podría alcanzar el Patrimonio Vial de Caminos Revestidos.

- Quinta columna: Valor Unitario por Kilómetro, que corresponde al promedio del valor de construcción nueva de un Camino Revestido, obtenido de varios pliegos de licitación similares entre sí, avalados por el MTI.

## CAPÍTULO VIII: ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS

- Sexta columna: Valor Nuevo del Tramo, es el valor del tramo como si fuese nuevo, se obtiene al multiplicar el Valor Unitario por Kilómetro (quinta col.) por la Longitud del Tramo (tercera col.).

### 7.5.2.3 Sector Temático “C”

Este sector contiene la información acerca del Valor Mínimo Permisible, muestra precisamente el valor de cada tramo cuando se encuentra en el peor estado admisible.

La suma de los valores de la novena columna es el Valor Mínimo Permisible del Patrimonio de Caminos, es decir, el valor del patrimonio cuando todos los caminos se encuentran en el estado en que, para evitar mayores daños, deben efectuarse trabajos de renovación de la superficie.

- Séptima columna: Estado Mínimo Permisible, que es el denominado “regular” para todos los tramos, excepto los que poseen un TPDA inferior a 50 vehículos por día, para los cuales es “malo”.
- Octava columna: Valor Unitario Mínimo Permisible, que corresponde al valor por kilómetro del camino en su estado mínimo permisible; se obtiene del valor como si estuviese nuevo menos el costo deficitario respectivo.
- Novena columna: Valor Mínimo Permisible del Tramo, se calcula multiplicando el Valor Unitario Mínimo Permisible (octava col.) por la Longitud del Tramo (tercera col.).

### 7.5.2.4 Sector Temático “D”

En este sector se reflejan las deficiencias de cada uno de los tramos, según el estado en que se encuentran en ese momento.

- Décima columna: Estado Actual del Tramo, puede ser bueno, regular o malo, según la clasificación establecida por el MTI.
- Décimo primera columna: Valor Unitario de la Deficiencia, que corresponde al costo unitario por kilómetro para elevar la calidad del

## CAPÍTULO VIII: ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS

camino como si fuera nueva. Se calcula con la hoja de cálculo DETOUR siguiendo los parámetros de la Matriz Condición-Topografía-Tránsito (Cuadro 7.2, p. 81).

- Décimo segunda columna: Valor de Deficiencia del Tramo, se calcula multiplicando el Valor Unitario de Deficiencia (décimo primera col.) por la Longitud del Tramo (tercera col.).

### 7.5.2.5 Sector Temático “E”

Este sector contiene los resultados del cálculo, de varias cifras distintas tanto a nivel de cada tramo como a nivel del valor total del patrimonio de caminos. Muestra el valor del Patrimonio Vial en su estado actual. Luego, muestra la relación entre el Valor Actual del patrimonio y el Valor Máximo Teórico, y después con el valor mínimo permisible. Por último, muestra el porcentaje de los caminos que se han deteriorado más de lo que es económicamente razonable.

- Décimo tercera columna: Valor Actual del Tramo, se calcula sustrayendo el Valor de la Deficiencia (décima col.), del Valor Nuevo del Tramo (sexta col.). La suma de todos los valores de esta columna corresponde al Valor Actual del Patrimonio Vial.
- Décimo cuarta columna: Porcentaje del Valor Actual (décimo tercera col.) en relación al Valor Máximo Teórico (séptima col.).
- Décimo quinta columna: Porcentaje del Valor Actual (décimo cuarta col.) en relación con el Valor Mínimo Permisible (décima col.).
- Décimo sexta columna: Se destacan los tramos que están en peores condiciones de las que serían económicamente permisibles. Si el porcentaje en la décimo quinta columna es inferior a 100%, se coloca en esta la longitud del tramo, la suma de los valores de esta columna muestra la longitud de la red en un estado en que resulta más económico rehabilitarla o reconstruirla, que continuar con sólo mantenimiento.



### 7.6 Tipo de Análisis Realizado a la Información

Los resultados de las diferentes columnas deben ser interpretados detenidamente para lograr una comprensión cabal del tema.

El Valor Actual del Patrimonio Vial es sólo una cifra, normalmente muy elevada, que por sí sola no significa casi nada para el ciudadano común. En cambio, si se le compara con el Valor Máximo Teórico y con el Valor Mínimo Permisible, entonces, adquiere más sentido. Muy importante en este aspecto es la prueba del “punto medio”, que significa que, en cualquier momento, el valor del patrimonio idealmente debería encontrarse cerca del punto medio entre el valor máximo posible y el valor mínimo permisible.

Lograr la interpretación correcta de esta comparación nos permitirá cumplir con el objetivo de demostrar la importancia de cuidar y preservar los caminos.

Los valores más importantes a obtener son:

- ⇒ El Valor Actual del Patrimonio Nacional de Caminos Revestidos, como suma del valor individual de cada tramo de camino en el estado en que se encuentre en el momento presente.
- ⇒ El Valor Máximo del Patrimonio Nacional de Caminos, esto es, el valor que podría tener la Red Vial Revestida si todos los tramos estuvieran nuevos.
- ⇒ El Valor Mínimo Permisible del Patrimonio Nacional de Caminos Revestidos, que es el valor que tendría la Red Vial si cada tramo estuviera en el peor estado que, conforme a criterios técnicos, fuera admisible. Dicha condición corresponde, en general, a los caminos que se encuentran en estado regular, con la excepción de aquéllos que tienen muy poco tránsito, para los cuales el estado mínimo permisible equivale a “malo”.
- ⇒ El porcentaje de la red que se halla en peor estado que el mínimo permisible. Dicho porcentaje corresponde a aquellos caminos que se han



## CAPÍTULO VIII: ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS

deteriorado hasta el extremo de que los trabajos normales de conservación (mantenimiento rutinario y renovación de la superficie) resultan insuficientes para recuperarlos, de modo que es preciso rehabilitarlos o reconstruirlos. Para dicho cálculo se identifican también todos los tramos individuales que se encuentran en esa condición.

### 7.6.1 La Prueba del “Punto Medio”

Cuando la Red Vial de un país está en mal estado, queda de manifiesto la deficiente gestión del Patrimonio Vial por parte del Organismo Vial, situación que pudiera tener como origen la realización de obras de menor calidad debido a un presupuesto insuficiente. En este caso, los resultados del cálculo del Valor del Patrimonio de Caminos mostrarán que éste se encuentra muy por debajo del Valor Mínimo Aceptable.

Sería erróneo pensar que el Valor del Patrimonio Vial Revestido deba corresponder al Valor Máximo Teórico. En otras palabras, que todos los caminos deberían ser nuevos. Fuera de ser imposible en la práctica, significaría un enorme desperdicio de recursos, porque los trabajos de conservación se harían mucho antes de lo necesario. Si el Organismo Vial siempre cumple sus labores en forma óptima, el Valor del Patrimonio Vial se acercará cada vez más al “punto medio” (Ilustración 7.1) entre el “Valor Máximo Teórico” y el “Valor Mínimo Aceptable”.

Ilustración 7.1 Prueba del Punto Medio



Fuente: Adaptado de Schliessler & Bull, Caminos. “Un nuevo enfoque para la gestión y conservación de redes viales”, 1994, Santiago de Chile.

## VIII. ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS

Tabla 8.1 Resumen Departamental del Valor del Patrimonio de Caminos Revestidos de Nicaragua

Departamento	Longitud de Tramos (Km)	Valor Actual de Patrimonio Vial (US\$)	% Valor Actual	Longitud Peor que Económ. Permisible (Km)	% Longitud Peor que Económ. Permisible	
					Departamental	Nacional
Nueva Segovia	140.795	8,848,277.95	3.9%	51.67	36.7%	1.4%
Madriz	76.923	4,913,017.00	2.1%	9.45	12.3%	0.3%
Estelí	265.750	17,256,441.75	7.5%	26.44	9.9%	0.7%
Chinandega	200.085	12,822,889.32	5.6%	61.78	30.9%	1.7%
León	220.074	14,200,479.85	6.2%	57.57	26.2%	1.6%
Managua	117.944	7,353,325.70	3.2%	42.49	36.0%	1.2%
Masaya	4.790	313,168.84	0.1%	0.00	0.0%	0.0%
Granada	54.240	3,450,760.60	1.5%	26.50	48.8%	0.7%
Carazo	15.855	970,603.45	0.4%	10.92	68.9%	0.3%
Rivas	182.393	11,732,898.68	5.1%	12.42	6.8%	0.3%
Boaco	222.820	14,042,594.75	6.1%	67.94	30.5%	1.9%
Chontales	258.949	16,617,120.33	7.2%	61.40	23.7%	1.7%
Jinotega	381.896	24,227,833.76	10.6%	119.24	31.2%	3.3%
Matagalpa	460.900	29,326,150.56	12.8%	120.56	26.2%	3.3%
RAAN	527.690	32,766,250.03	14.3%	382.78	72.5%	10.6%
RAAS	349.191	22,425,110.07	9.8%	78.22	22.4%	2.2%
Río San Juan	129.340	8,191,880.78	3.6%	34.69	26.8%	1.0%
<b>Total Nacional</b>	<b>3,609.635</b>	<b>229,458,803.42</b>	<b>100.0%</b>	<b>1,164.04</b>	<b>30.0%</b>	<b>32.2%</b>

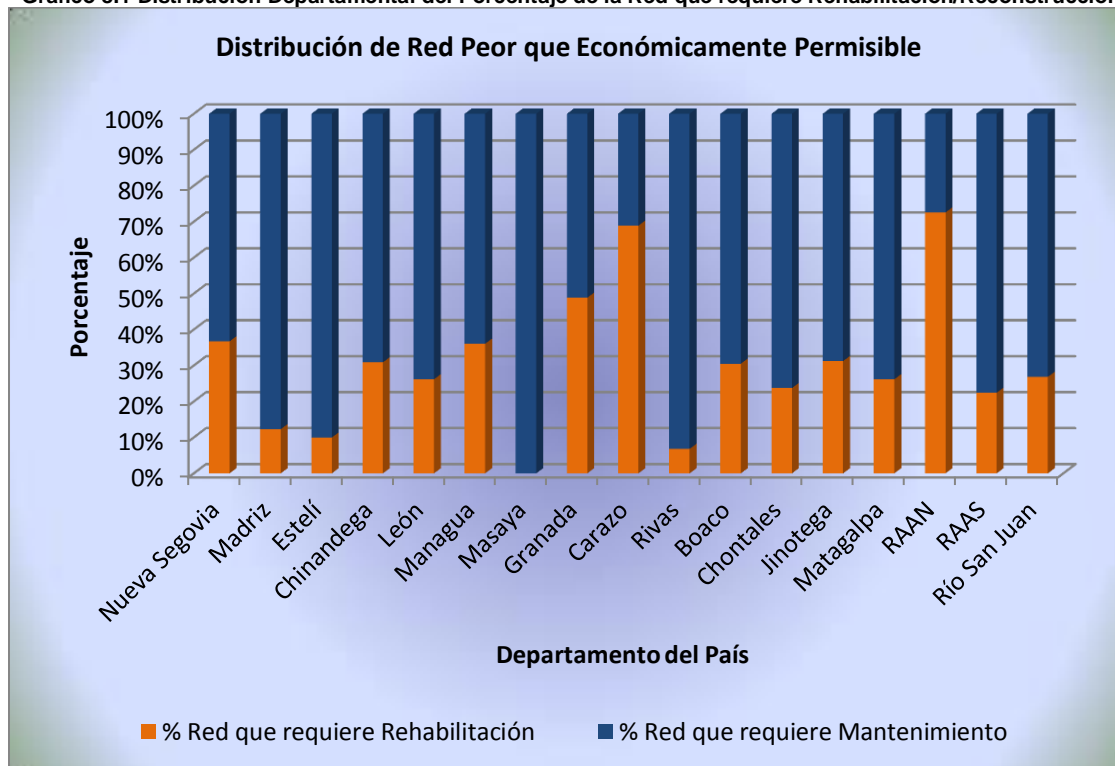
Fuente: Elaboración propia, basada en los resultados del cálculo.

La mayoría de los Caminos Revestidos se encuentran ubicados estratégicamente en zonas rurales, ya que son vías que enlazan, por lo general, a las regiones agrícolas y ganaderas con las carreteras principales y así poder transportar la producción. Como lo expone la Tabla 8.1, el Valor de Caminos Revestidos de Nicaragua es de U\$ 229,458,803.42, el cual representa el 2.2% del Producto Interno Bruto que corresponde a 10,507.7 millones de dólares<sup>45</sup>, es importante esta comparación ya que los caminos aportan (en gran parte) en las actividades productivas del país, y el PIB representa la dinámica económica del mismo.

<sup>45</sup> Banco Central de Nicaragua, Nicaragua en Cifras, 2012, p. 10

## CAPÍTULO VIII: ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS

Gráfico 8.1 Distribución Departamental del Porcentaje de la Red que requiere Rehabilitación/Reconstrucción



Fuente: Elaboración propia, basada en los datos de la Tabla 8.1

Como puede apreciarse en la Tabla 8.1 (página anterior), el porcentaje de la Red que se encuentra en un estado en el cual no resulta conveniente económicamente recuperarlos con mantenimiento, es de casi la tercera parte de la Red de Caminos Revestidos y en coincidencia con el resultado de longitud total de tramos por departamento, la RAAN es la que posee el mayor Valor de Patrimonio Vial, sin embargo la comparación con el porcentaje de tramos que necesitan obras de rehabilitación o reconstrucción en ese departamento, para mejorar su calidad hasta un buen estado, es algo alarmante, puesto que dicho valor es mayor del 70%, lo que representaría una gran inversión para lograr recuperar estos caminos, similar al costo de su construcción inicial. Más preocupante es el hecho de que Carazo, cuya longitud de caminos revestidos es poca (tan sólo 16 Km), posea casi el mismo porcentaje de deficiencia anterior. Por otro lado, Masaya no posee tramos con esa deficiencia crítica, y fuera un ejemplo positivo si no fuese el departamento que presenta la menor longitud de tramos revestidos en comparación con el resto del país (menos de 5 Km).

## CAPÍTULO VIII: ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS

Cuadro 8.1 Distribución de los Tramos de Caminos Revestidos por su Estado Actual

Estado	Cantidad	Porcentaje
Bueno	16	6%
Regular	149	51%
Malo	126	43%
<b>Total</b>	<b>291</b>	<b>100%</b>

Fuente: Elaboración propia, basada en los datos proporcionados por la Dirección de Consevación Vial-MTI.

Cuadro 8.2 Comparación de Valores Obtenidos

Valor Actual del Patrimonio Vial (US\$)	Valor Máximo Teórico (US\$)	Valor Mínimo Aceptable (US\$)	Punto Medio (US\$)
229,458,803.42	287,985,224.23	231,475,264.26	259,730,244.245

Fuente: Elaboración propia, basada en los resultados del cálculo.

Ilustración 8.1 Resultado de la Prueba del Punto Medio



Fuente: Elaboración propia, basada en los datos del Cuadro 8.1

En el Cuadro 8.1 se puede observar que un 94% de la Red Vial presenta deficiencias en su superficie, como consecuencia de estas deficiencias en la calidad, el Valor Actual de los Caminos Revestidos a nivel nacional se encuentra por debajo del Valor Mínimo Aceptable y alejado del Punto Medio, como se aprecia en el Cuadro 8.2 y la Ilustración 8.1; esto podría deberse a la asignación de fondos insuficientes para mantener los caminos en condición transitable. Por consiguiente, el MTI debe recurrir a la ejecución de obras de rehabilitación con un costo aproximado al de la renovación completa de la estructura de rodamiento (29,918.39 dólares), o peor, recurrir a la reconstrucción del camino, correspondiente a un costo similar al de construcción nueva del mismo (79,782.37 dólares), incluyendo el costo de reconstrucción de Obras Básicas.

## CAPÍTULO VIII: ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS

- **Encuesta “Sociedad y Conservación Vial”**

Se realizó la encuesta (ver Anexo VII, p. xiv) a ciudadanos nicaragüenses con edad entre 19 y 68 años, para conocer su opinión acerca de la Conservación de Caminos, los resultados se detallan a continuación:

59% de los encuestados son del sexo femenino, el 39% restante, del sexo masculino. 14% son estudiantes, 28% son trabajadores del Estado, 24% trabajan para empresas privadas y 34% tienen una ocupación distinta. 98% transita con frecuencia por las vías terrestres, de los cuales 19% viaja en automóvil particular, 65% utiliza el autobús para llegar a su destino, 9% viaja en motocicleta y 7% utiliza otros medios para transportarse. 21% considera que los caminos por los que transita están en buen estado, 66% lo percibe en estado regular y el 13% restante los aprecia en mal estado.

De las causas del deterioro de caminos, 23% opinan que se debe a la carga ocasionada por el exceso de los vehículos, 25% lo atribuye a las lluvias, 18% afirma que es por daños ocasionados por vandalismo y 34% consideran que es la falta de conservación la causa principal. A pesar de que afirman que los caminos están en estado regular, y de que la mayoría piensa que la falta de conservación provoca el deterioro, solo el 11% establece que la conservación es necesaria para llevar a los caminos a un buen estado, 71% opina que esto sólo se logrará con mantenimiento y 18% reconoce que los caminos por los que transita requieren reconstrucción.

Cuando se dio lugar a expresar una opinión adicional, muchos estuvieron de acuerdo con la importancia de educar a la población sobre este tema, entre otras opiniones como: ampliar las vías, usar material de buena calidad, hacer trabajos completos según lo presupuestado, construir correctamente y dar uso según la capacidad del camino. Opiniones acertadas de la población y que también merecen atención.

Por supuesto, estamos conscientes de que es importante que las vías se mantengan en buen estado, puesto que todos nos beneficiamos de ellas, sin

## CAPÍTULO VIII: ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS

embargo cuando se preguntó sobre relevancias en asignación de presupuestos, surgió que: 44% opina que la educación debe ser prioridad del Estado, 30% favorece al sector salud, sólo 23% cree que la Conservación Vial es importante y otras opiniones (3%) sugieren que el entretenimiento infantil, los medios de transporte y las viviendas merecen importancia también. Entonces, si la población quiere caminos de mejor calidad, pero no apoya la idea de asignar mayor presupuesto a las actividades necesarias, el Gobierno tampoco lo verá como una prioridad.

Al 85% le gustaría saber cuánto cuesta realizar operaciones de conservación, mantenimiento y reconstrucción, además el 100% coincide en que el deterioro de los caminos ocasiona la pérdida de mucho dinero y al 90% le interesa saber este costo, esto indica que la ciudadanía sí está interesada en recibir cuentas claras a cambio del pago de sus impuestos, lo cual es razonable.

Por otro lado, no todos conocen a los Organismos Viales (MTI y FOMAV) y tampoco están claros de sus funciones. Sólo el 37% afirma conocer ambos, igualmente 37% solamente conoce o ha escuchado mencionar al MTI y 26% no conoce ninguno. Sólo 19% considera que la conservación está dentro de sus funciones, 29% le atribuyen el mantenimiento, 23% cree que se encargan de reconstruir y 29% suponen que su tarea es construir.

Al momento de evaluar el desempeño de estas instituciones, 36% lo valora como bueno, 56% como regular y solamente 8% como malo. Sin embargo, el 100% considera que deben mejorar su gestión vial y para lograrlo, sólo el 30% piensa que será posible con la asignación de mayores recursos y el 70% considera que son los organismos los que deben lidiar con el presupuesto asignado y mostrar mayor eficacia y eficiencia en sus labores. No obstante, el 100% está consciente de que la población en general debe participar activamente en la Conservación de los Caminos.

### IX. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 9.1 Conclusiones

- El cálculo del Valor de Patrimonio de Caminos Revestidos, usando el método propuesto por Schliessler y Bull en su libro titulado “Caminos. Un Nuevo Enfoque para la Gestión y Conservación de Redes Viales”, dio como resultado la cantidad de US\$229,458,803.42 (dólares americanos), muy bajo al compararlo con el valor esperado y recomendado por el método (US\$287,985,224.23), esto se debe al elevado índice de deficiencias que presenta la Red Vial y al insuficiente presupuesto con el que cuentan el MTI y el FOMAV para realizar actividades de conservación satisfactorias en calidad y cantidad.
- La información acerca de los datos necesarios para la realización del cálculo, fue proporcionada por las fuentes correspondientes principales, el MTI y el FOMAV, que garantizan la veracidad de los datos y la actualización de los mismos. La mayoría de los datos brindados corresponden al año 2012, y la información menos reciente, al año 2011; por lo tanto se puede afirmar que se cumple con el requisito de brindar los resultados basados en datos actualizados.
- El estado actual de los Caminos Revestidos de Nicaragua refleja que sólo el 6% se encuentra en buen estado, el 94% restante presenta deficiencias. Esto supone un costo muy elevado para recuperar la condición óptima de la Red. El costo unitario promedio de reconstrucción de un Camino Revestido corresponde a 79,782.37 dólares americanos; la rehabilitación, por su parte devenga un gasto de 29,918.39 dólares americanos, ambos valores representan lo que costará un Kilómetro de Camino Revestido que no esté sometido a una política adecuada de conservación y a actividades de mantenimiento necesarias para preservar su buen estado, similar al de su construcción inicial; el total de Kilómetros con esta característica está



## CAPÍTULO IX: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

indicado como la “Longitud Peor que Económicamente Permisible” y abarca el 32% de los tramos revestidos del país. El costo unitario promedio anual del mantenimiento de un camino con superficie revestida es de 7,351.76 dólares americanos, para que el camino conserve las condiciones mínimas de transitabilidad y se evite que la vía requiera reconstrucción o rehabilitación tempranas.

- Los datos requeridos para determinar el valor en cuestión, fueron procesados en una hoja de cálculo de *Microsoft Excel* y contiene todas las fórmulas necesarias para garantizar que esta misma hoja sea actualizada en los años posteriores, solamente ingresando los datos que hayan sido objeto de variación.
- El Valor Actual del Patrimonio de Vías Revestidas refleja la necesidad de conservar los caminos existentes en nuestro país y la importancia del papel de los Organismos Viales en ese aspecto. Las redes viales en buen estado son indispensables para lograr un tránsito vehicular cómodo para los usuarios, reducir los gastos de mantenimiento de los vehículos, transportar bienes de manera más eficiente, reducir el tiempo de llegada al lugar de destino, entre otros beneficios que permiten el desarrollo económico y social de Nicaragua.

### 9.2 Recomendaciones

- En la práctica no siempre se cuenta con los datos actualizados, muchas veces por falta de financiamiento que garantice el combustible para realizar los estudios de inspección visual de los caminos y determinar su condición física actual, por ello es imperioso que el MTI y el FOMAV dispongan de los elementos necesarios para recopilar toda la información veraz que permita elaborar este cálculo con mayor precisión en los años posteriores.

## CAPÍTULO IX: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Es evidente que debido a fondos insuficientes no se atienden por completo los tramos que presentan deficiencias y que los Organismos Viales se ven obligados a priorizar los caminos que se consideran de gran importancia y a restar calidad a los trabajos de mantenimiento para ajustarse al presupuesto asignado, sin embargo el Gobierno y toda la población nicaragüense deben reconocer que el MTI y el FOMAV necesitan contar con más herramientas orientadas a determinar el momento apropiado para ejecutar obras de conservación y optimizar los trabajos de mantenimiento, con el objetivo de evitar el deterioro acelerado de los caminos y disminuir la opción de reconstruirlos o rehabilitarlos.
- Como mínimo, el cálculo del Valor del Patrimonio Vial debería efectuarse cada dos o tres años. De este modo, la comparación servirá para poder evaluar el éxito o fracaso de la política de Conservación de Caminos aplicada. Lo ideal es que la evaluación sea anual, contando con datos actualizados en la medida de lo posible.
- La longitud de la Red de Caminos Revestidos es mayor que la de Caminos Pavimentados, y a pesar de que el objetivo principal del MTI sea pavimentar toda la Red Vial y la razón de ser del FOMAV se centre en la Conservación de los Caminos principalmente pavimentados, se debe reconocer que los Caminos Revestidos poseen un drenaje superficial natural apto para zonas lluviosas, y que además tienen relativa importancia en la economía y en la sociedad de Nicaragua, pues garantizan comunicación entre municipios, y una gran mayoría de éstos conectan las vías principales con escuelas, institutos, fincas, zonas agrícolas, industrias y minas; sitios, como puede apreciarse, que tienen un alto nivel de aportación en la producción nacional y en la educación, por lo que es indispensable que se preste mayor atención, tanto de parte del Gobierno como de la ciudadanía en general.

## CAPÍTULO IX: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Por otro lado, es preocupante que una gran parte de los nicaragüenses no conozca al MTI o al FOMAV, ni sus respectivas funciones, por lo cual es indispensable que la población reciba información sobre ellos y su importancia para el panorama vial nacional. Precisamente, uno de los objetivos del cálculo del Patrimonio Vial consiste en impactar a grupos de interés y a la sociedad entera, pero éste sólo puede ser alcanzado si los resultados y su interpretación son ampliamente difundidos por los medios de comunicación, considerando el hecho de que la sociedad nicaragüense tiene interés en rendimiento de cuentas claras, especialmente si los fondos provienen del pago de sus impuestos. Conviene, pues, que las entidades competentes organicen una o varias conferencias de prensa y promuevan también su difusión por radio y televisión, que se ofrezcan seminarios y debates acerca del tema, orientados a estudiantes y público en general.

### X. GLOSARIO DE TÉRMINOS

**Administración Directa.** Es la modalidad en la que el Organismo Vial estatal o las alcaldías, desarrollan los programas y proyectos de construcción y mantenimiento de carreteras o caminos, con personal y material propio y equipo propio o rentado.

**Administración por Contrato.** Trabajos que se hacen por medio de un contratista, correspondiendo a la municipalidad la elaboración de especificaciones técnicas, los alcances de obras y la supervisión del proyecto.

**Balasto.** Material seleccionado, como piedra quebrada, colocado en la sub-base o base de la vía, para mantenerla alineada y nivelada.

**Banco de Préstamo.** Zona en la que se ejecutan excavaciones para producir materiales para obras térreas, tales como material de relleno para terraplenes. Generalmente es una zona pequeña que se usa para explotar arena, grava, roca o suelo sin ningún procesamiento posterior.

**Carretera, Calle o Camino.** Términos genéricos que designan una vía terrestre para fin de circulación de vehículos y que incluyen la extensión total comprendida dentro del derecho de vía.

**Carril.** Cualquier sub-derivación de la superficie de rodamiento que tenga el ancho suficiente para permitir la circulación de una fila de vehículos.

**Conservación Vial.** Amplio conjunto de actividades destinadas a preservar a largo plazo la condición de los caminos y el servicio que prestan. Procura asegurar, al menor costo posible, el funcionamiento de un camino o red de caminos, permitiendo costos razonables de operación de los vehículos.

**Construcción.** Construcción de un camino pavimentado, de grava o tierra con una alineación nueva; pavimentación de un camino de grava o tierra; aumento de los carriles, o construcción de calzadas adicionales, vías de servicio, vías de

enlace a desnivel o autopistas divididas en varios carriles.

**Corredor.** Franja de territorio que discurre entre dos zonas separadas.

**Corredor Biológico.** Área utilizada para realizar una regeneración o recuperación mediante procesos biológicos de las zonas de amortiguamiento de las grandes extensiones de bosques existentes.

**Delantal de Alcantarilla.** Piso de concreto hidráulico o mampostería, construido en la entrada y salida de las alcantarillas y cajas para evitar la erosión y socavación.

**Derecho de Vía.** Área o superficie de terreno, prevista por el contratante, destinado al uso de una carretera, un camino o una calle, que está delimitada a ambos lados por los linderos de las propiedades colindantes.

**Drenaje.** Son obras que se proyectan para conducir las aguas de lluvias, sin causar daños al camino.

**HDM.** (*Highway Design and Maintenance Standards Model*) Modelo de Normas de Diseño y Mantenimiento de Carreteras creado por el Banco Mundial, y utilizado en programas como el DETOUR.

**In Situ.** Es una expresión latina que significa “en el sitio” o “en el lugar”, y que es generalmente utilizada para designar un fenómeno observado en el lugar, o una manipulación realizada en el lugar.

**Mantenimiento Periódico.** Tratamiento y renovación de la superficie de rodamiento mediante la aplicación de capas destinadas a mantener un óptimo nivel de servicio en la vía.

**Mantenimiento Rutinario.** Reparación localizada de pequeños defectos en la calzada y el pavimento, mantenimiento del drenaje, taludes, bordes y limpieza del derecho de vía, aplicadas de manera constante y oportuna.

**Mejoramiento.** Mejoras de los caminos relacionados con el ancho, el alineamiento, la curvatura o la pendiente longitudinal, incluidos los trabajos de

renovación de superficie y la rehabilitación.

**Nivel de Servicio.** Medida cualitativa descriptiva de las condiciones de circulación de una corriente de tráfico; generalmente se describe en función de ciertos factores como la velocidad, el tiempo de recorrido, la libertad de maniobra, las interrupciones de tráfico, la comodidad y conveniencia, y la seguridad.

**Organismo Vial.** Organización encargada de ejecutar con eficiencia y eficacia, las obras necesarias para el óptimo funcionamiento de la infraestructura de redes viales en calidad de vía de transporte, en conformidad con los recursos de los cuales dispone. En el caso de nuestro país, se refiere al MTI y el FOMAV.

**Patrimonio Vial.** Es el conjunto de toda la infraestructura vial, compuesta por los caminos de todos los tipos (pavimentados y no pavimentados), así como los puentes.

**Pendiente.** Es la inclinación que resulta de dividir una distancia vertical entre una horizontal, multiplicada por cien, cuyo resultado se expresa en porcentaje.

**Planos.** Representación gráfica del lugar, el carácter y las dimensiones de la obra prescrita, incluyendo la posición de las partes, perfiles, secciones transversales y otros detalles.

**Red Vial Básica.** Es la red que consta de las vías troncales, colectoras y vecinales que conectan al país, a los puertos internacionales, a las fronteras y a los municipios entre sí.

**Red Vial Mantenible.** Conjunto de vías públicas en buen y regular estado, que se puede mantener con los recursos financieros disponibles para el FOMAV, establecidos en los convenios anuales entre el FOMAV y el MTI. La red vial mantenible solo podrá incorporar caminos y calles donde las actividades de mantenimiento vial son suficientes para asegurar, un estado bueno o regular, de los caminos y calles. No podrán ser parte de la red vial mantenible aquellos caminos que requieran una rehabilitación o reconstrucción para alcanzar un

estado bueno o regular.

**Rehabilitación y Reconstrucción de Vías.** Renovación parcial o completa de las superficies de rodamiento de las vías, previa demolición parcial o total del pavimento existente y sus capas subyacentes en más del 10% de su superficie, como consecuencia de su avanzado deterioro, en las vías pavimentadas. En el caso de vías no pavimentadas, la rehabilitación y reconstrucción implica rehacer parcial o totalmente las obras que configuran la explanada de la vía en más del 10% de su longitud.

**Reparación de Emergencia.** Arreglos que se ejecutan para reparar daños imprevistos que experimenta una vía por obra de las fuerzas de la naturaleza o por intervención humana, que obstaculiza o impide la circulación de los vehículos.

**Revenidos de Talud.** Se refiere a los deslizamientos de tierra que ocurren en los taludes en corte y que obstaculizan el paso vehicular.

**Ripio.** Mezcla de piedras, arcilla y arena, que se sirve como material para revestir la superficie de un camino.

**Sección Transversal.** Corte ideal de la vía perpendicular a su eje, que indica las dimensiones y características de los elementos que la componen.

**Sistema Vial.** Es el conjunto de vías que ordinariamente están relacionadas entre sí y que contribuyen a un solo objetivo o función.

**Talud de Corte.** Es la superficie comprendida entre la línea de ceros (rasante) y el fondo de la cuneta; se fijan de acuerdo a su altura y naturaleza del material que los forma.

**Tramo.** Cualquier porción de una carretera o camino, comprendida entre dos secciones transversales cualesquiera.

**Vía.** Área de uso público destinada a la circulación vehicular y peatonal.



## XI. BIBLIOGRAFÍA

- 📖 American Association of State Highway and Transportation (AASHTO). (1994). A Policy on Geometric Design of Highways and Streets. ***Diseño Geométrico de Carreteras y Calles, AASHTO-1994***. (F. J. Sierra, Trad.) Washington, D.C., Estados Unidos.
- 📖 American Society for Testing Materials (ASTM). (2012). ***Norma de Ensayo ASTM E 867-06 Standard Terminology Relating to Vehicle-Pavements System***. Estados Unidos.
- 📖 Andersson, C.-A., Beusch, A., & Miles, D. (Noviembre de 2003). ***Revestimiento y mantenimiento de caminos con uso intensivo de mano de obra (ROMAR) - Manual***. 278. Lima, Perú.
- 📖 Banco Central de Nicaragua (BCN). (2012). ***Nicaragua en Cifras***. Nicaragua.
- 📖 Cárdenas Grisales, J. (2002). ***Diseño Geométrico de Carreteras*** (Primera ed.). (J. Cárdenas, Ed.) Bogotá, D.C., Colombia: Eco Ediciones.
- 📖 Centro de Coordinación para la Prevención de los Desastres Naturales en América Central (CEPREDENAC); SIECA. (Marzo de 2010). ***Manual Centroamericano de Mantenimiento de Carreteras con Enfoque de Gestión de Riesgo y Seguridad Vial***.
- 📖 Corea y Asociados S.A. (CORASCO); MTI (a). (Octubre de 2008). ***Manual para la Elaboración de Términos de Referencia para Diseño de Carreteras***. Nicaragua.
- 📖 Corea y Asociados S.A. (CORASCO); MTI (b). (Octubre de 2008). ***Manual para la Revisión de Estudios de Diseño Geométrico***. Managua, Nicaragua.
- 📖 Fondo de Mantenimiento Vial (FOMAV). (2012). ***Memoria de Labores 2012***. Managua, Nicaragua.
- 📖 Fundación Internacional para el Desafío Económico Global (FIDEG). (2008). ***Informe de Revisión de los Mecanismos de Recolección de Datos en el Componente de Tráfico. Cuenta Reto del Milenio Nicaragua (CRM-N)***, Managua.
- 📖 García, L., & Aburto, A. (Julio de 2001). ***Manual Elemental del Servicio de Rehabilitación y Mantenimiento de Calles y Caminos***. 23. (N. Monje, Ed.) Managua, Nicaragua.
- 📖 Keller, G., & Sherar, J. (2005). ***Ingeniería de Caminos Rurales. Guía de***

***Campo para las Mejores Prácticas de Gestión de Caminos Rurales.***  
México.

-  Ley 574-***Ley de Creación del Tributo Especial para el Financiamiento del Fondo de Mantenimiento Vial (T-FOMAV)***. (27 de Diciembre de 2005). Managua, Nicaragua.
-  Ministerio de Transporte e Infraestructura. (abril de 2002). ***Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos, Calles y Puentes (NIC-2000)***. Nicaragua.
-  Morales Sosa, H. (2006). ***Ingeniería Vial I***. Santo Domingo, República Dominicana.
-  Oficina de Diagnóstico y Evaluación de Pavimentos, MTI (a). (Mayo de 2013). ***Anuario de Aforos de Tráfico 2012***. Managua, Nicaragua.
-  Oficina de Diagnóstico y Evaluación de Pavimentos, MTI (b). (Diciembre de 2012). ***Calibración de los Costos de Operación Vehicular. Managua, Nicaragua.***
-  Oficina de Diagnóstico y Evaluación de Pavimentos, MTI (c). (Enero de 2012). ***Estudios de Inspección Visual en Caminos No Pavimentados Año 2011***. Managua, Nicaragua.
-  Oficina de Inventario Vial-Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI). (Mayo de 2013). ***Red Vial de Nicaragua 2012***.
-  ***Reformas e Incorporaciones a la Ley 40, Ley de Municipios***. (26 de Agosto de 1997). Managua, Nicaragua.
-  Sayers, M. W., Gillespies, T. D., & Paterson, W. D. (1986). ***Guidelines for Conducting and Calibrating Road Roughness Measurements***. World Bank Technical. Paper Number N° 46.
-  Schliessler, A., & Bull, A. (1994). ***Caminos. Un nuevo enfoque para la gestión y conservación de redes viales***. Santiago de Chile, Chile.
-  Secretaría de Integración Económica Centroamericana (SIECA). (Marzo de 2004). ***Manual Centroamericano de Normas para el diseño Geométrico de las Carreteras Regionales***. 2. Guatemala.
-  Wilbur Smith Associates (WSA); CISCONCO Ingenieros Consultores; MTI. (10 de Febrero de 2001). ***Estudio del Plan Nacional de Transporte de Nicaragua. Plan de Infraestructura Vial***. IX. Managua.

## XII. ANEXOS

## 12.1 Anexo I

Cuadro 1. Costo de Mantenimiento Rutinario usado por el MTI

**CAMINOS DE GRAVA**

7,351.76 C/KM

ANUAL

**MANTENIMIENTO RUTINARIO MINIMO**

ACTIVIDAD	Unid	cantidad	Unitario \$	Total \$
LIMPIEZA Y DERECHO DE VIA	Ha	2.43	662.44	1,610.00
LIMPIEZA DE CUNETA REVESTIDA	MI	250.00	2.54	635.94
NIVELACION COMPACTADA	M2	3,200.00	0.74	2,374.19
LIMPIEZA DE ALCANTARILLA Y OTRAS OB. DRENAJE	MI	86.80	6.62	575.00
BACHEO CON MATERIAL SELECTO	M3	62.00	18.55	1,150.00
MOVILIZACION	GLB	1.00	400.00	400.00
				6,745.14

ESTAS ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTOS SE DEBEN DE REALIZAR CADA AÑO, SIENDO ESTAS ACTIVIDADES LAS MINIMAS PARA MANTENER EN MINIMAS CONDICIONES DE TRANSITIBILIDAD LA VIA.

Fuente: División de Pre-Inversión, MTI

Cuadro 2. Costo de Mantenimiento Periódico usado por el MTI

**MANTENIMIENTO PERIODICO MINIMO**

ACTIVIDAD	Unid	cantidad	Unitario \$	Total \$
BACHEO CON MATERIAL SELECTO	M3	217.00	18.55	4,025.00
NIVELACION COMPACTADA	M2	4,650.00	0.74	3,450.00
LIMPIEZA DE ALCANTARILLA Y OTRAS OB. DRENAJE	MI	104.16	6.62	690.00
MOVILIZACION	M2	1.00	400.00	400.00
				8,565.00

ESTAS ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTOS SE DEBEN DE REALIZAR CADA 3 AÑOS, SIENDO ESTAS ACTIVIDADES LAS MINIMAS

Fuente: División de Pre-Inversión, MTI

Cuadro 3. Costo de Mantenimiento usado por el FOMAV

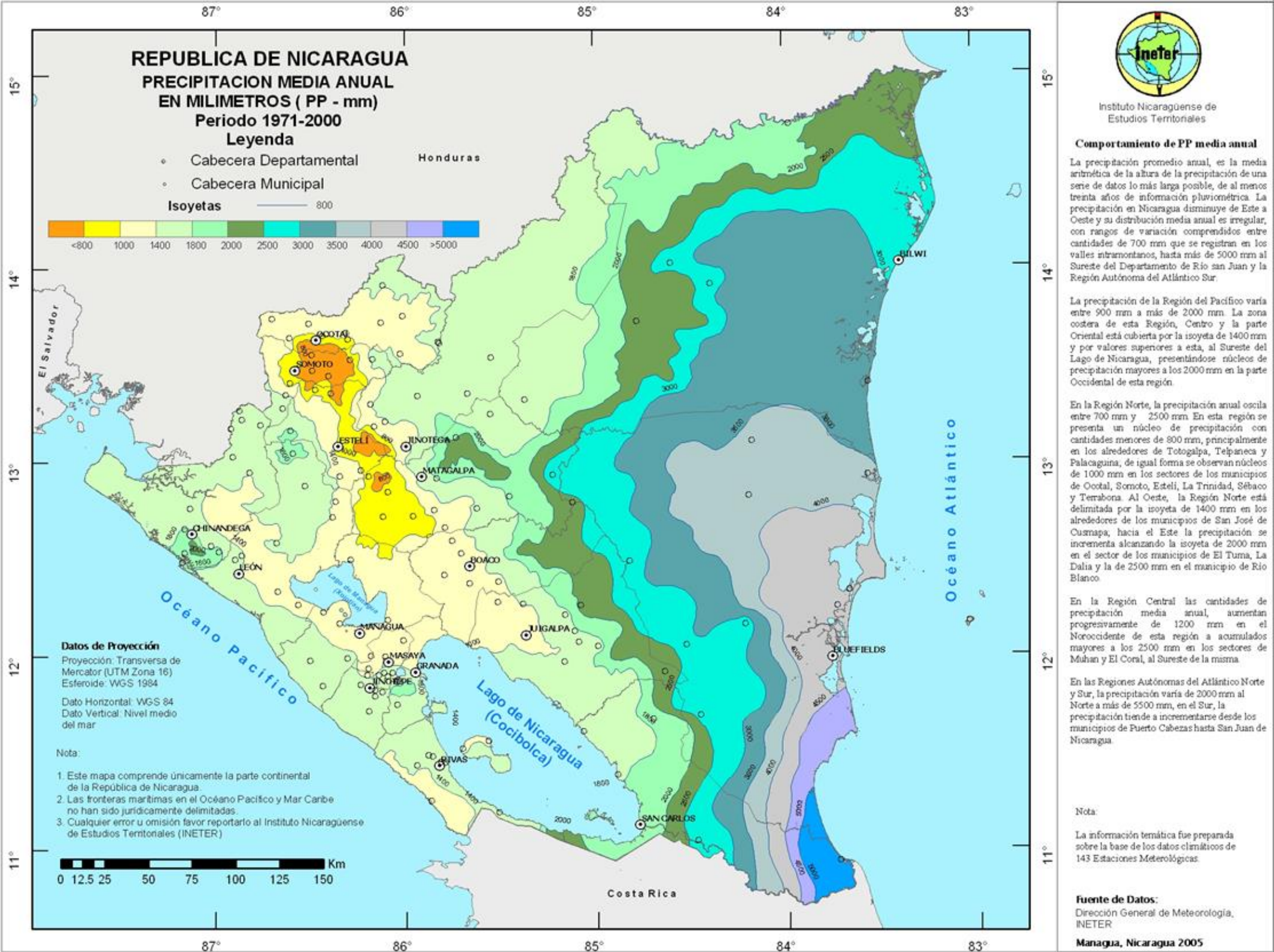
<b>FONDO DE MANTENIMIENTO VIAL</b>		
<b>COSTOS UNITARIOS DE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO EN CAMINOS NO PAVIMENTADOS</b>		
<b>ACTIVIDAD</b>	<b>U.M</b>	<b>C.U. C\$</b>
Reposición Capa de Balasto	M3	319.15
Conform. Carreteras Balastadas sin Reposición de Mat.	M2	16.00
Reparación de zonas Inestables en carreteras No pavimentadas	M3	341.53
Construcción Cunetas de Concreto 2500 psi	ML	570.76
Construcción de Cunetas Revestidas con mampostería	M3	3,308.90
Mampostería de concreto ciclópeo	M3	4,728.70
Mampostería para vados y cabezales	M3	3,086.31
Construcción de muros de gaviones	M3	2,674.67
Limpieza de Alcantarillas y otras estructuras de drenaje	ML	211.28
Limpieza de Cunetas Revestidas	ML	17.71
Limpieza del Derecho de Via	HA	15,311.19
Limpieza y rectificación de cunetas	KM	6,114.50
Remoción de derrumbes	M3	249.60
Suministro y Colocación de Alcantarilla TCR 36"	ML	7,788.95
Suministro y Colocación de Alcantarilla TCR 42"	ML	10,125.64

Fuente: Oficina de Divulgación y Acceso a la Información, FOMAV

## 12.2 Anexo II



Ilustración 1. Mapa de Precipitación Media Anual de Nicaragua



Fuente: Dirección General de Meteorología, INETER

**12.3 Anexo III**

Cuadro 1. Tasas de Crecimiento de Tráfico en Estaciones Permanentes

<b>N°</b>	<b>CODIGO NIC</b>	<b>EST.</b>	<b>NOMBRE DEL TRAMO</b>	<b>TASAS DE CRECIMIENTO</b>
1	<b>NIC-1</b>	101B	Zona Franca - La Garita	<b>1.90%</b>
2	<b>NIC-1</b>	107	Sébaco - Emp. San Isidro	<b>4.75%</b>
3	<b>NIC-2</b>	200	Entrada al INCAE - El Crucero	<b>4.30%</b>
4	<b>NIC-3</b>	300	Sébaco - Quebrada Honda	<b>4.83%</b>
5	<b>NIC-4</b>	401	Masaya - Granada	<b>2.51%</b>
6	<b>NIC-7</b>	700	Emp. San Francisco - Tecolostote	<b>5.40%</b>
7	<b>NIC-12A</b>	1205	Emp. Chichigalpa - Rotonda Chinandega	<b>5.47%</b>
8	<b>NIC-18A</b>	1802	San Marcos - Masatepe	<b>7.55%</b>
9	<b>NIC-24A</b>	2404	Chinandega - Corinto	<b>8.60%</b>
10	<b>NIC-24B</b>	2400	Chinandega (Rotonda) - Rancheria	<b>7.68%</b>
11	<b>NIC-28</b>	2803	Nagarote - La Paz Centro	<b>5.67%</b>

Fuente: Oficina de Diagnóstico y Evaluación de Pavimentos, MTI (a), 2013.  
Anuario de Aforos de Tráfico 2012, p. 15

## 12.4 Anexo IV

**Cuadro 1. Granulometría de la Capa de Grava**  
**CUADRO 1003-3**  
**Márgenes del Valor Meta para Graduaciones de Subbase, Base o Capas**  
**Superficiales de Agregados**

Tamaño del Tamiz	Porcentaje en Peso que pasa el Tamiz Designado (AASHTO T27 y T11)					
	Designación de la Graduación					
	A (Subbase)	B (Subbase)	C (Base)	D (Base)	E (Base)	F Superficie
63 mm	100 <sup>(1)</sup>					
50 mm	97-100 <sup>(1)</sup>	100 <sup>(1)</sup>	100 <sup>(1)</sup>			
37.5 mm		97-100 <sup>(1)</sup>	97-100 <sup>(1)</sup>	100 <sup>(1)</sup>		
25.0 mm	65-79(6)			97-100 <sup>(1)</sup>	100 <sup>(1)</sup>	100 <sup>(1)</sup>
19.0 mm			67-81 (6)		97-100 <sup>(1)</sup>	97-100 <sup>(1)</sup>
12.5 mm	45-59(7)					
9.5 mm				56-70(7)	67-79(6)	
4.75 mm	28-42(6)	40-60(8)	33-47(6)	39-53(6)	47-59(7)	41-71(7)
425 µm	9-17(4)		10-19(4)	12-21(4)	12-21(4)	12-28(5)
75 µm	4.0-8.0(3)	0.0-12.0(4)	4.0-8.0(3)	4.0-8.0(3)	4.0-8.0(3)	9-16(4)

(1) Los procedimientos estadísticos no son aplicables.

( ) Desviaciones Permisibles ( $\pm$ ) de los valores meta.

**Fuente: MTI. Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos, Calles y Puentes (NIC 2000), abril 2002, Nicaragua. P. 521**

## 12.5 Anexo V



Tabla 1. Coeficientes de COV en función de la Rugosidad

Road Management Initiative

RED Model - HDM-4 VOC Module Version 3.2

Sub-Saharan Africa

VOC 2012

Vehicle Operating Costs Function of Roughness Coefficients

			VOC (\$/veh-km) as a Function of Roughness (IRI)				Columns to Check Relationships		
			VOC = a0 + a1*IRI + a2*IRI <sup>2</sup> + a3*IRI <sup>3</sup>				VOC at IRI = 2.0	VOC at IRI = 10.0	VOC at IRI = 20.0
			a0	a1	a2	a3	(\$/veh-km)	(\$/veh-km)	(\$/veh-km)
AX1	Terrain: A	Car Small	0.127447	0.000729	0.000427	-0.000008	0.131	0.169	0.247
AX2	Flat	Four-Wheel Drive	0.166477	0.002624	0.000643	-0.000013	0.174	0.244	0.372
AX3		Delivery Vehicle	0.142798	0.001132	0.000454	-0.000009	0.147	0.191	0.278
AX4	Road: X	Bus Light	0.236211	0.005171	0.000477	-0.000009	0.248	0.327	0.461
AX5	Paved	Bus Medium	0.310369	0.015997	0.000465	-0.000007	0.344	0.510	0.762
AX6		Truck Light	0.239076	0.007119	0.000568	-0.000011	0.256	0.356	0.523
AX7		Truck Medium	0.364512	0.008069	0.000844	-0.000015	0.384	0.515	0.745
AX8		Truck Heavy	0.520701	0.002750	0.001446	-0.000024	0.532	0.669	0.962
AX9		Truck Articulated	0.785731	0.005186	0.002512	-0.000044	0.806	1.045	1.541
AY1	Terrain: A	Car Small	0.124718	0.003037	0.000321	-0.000006	0.132	0.181	0.267
AY2	Flat	Four-Wheel Drive	0.164403	0.005018	0.000532	-0.000010	0.176	0.257	0.394
AY3		Delivery Vehicle	0.137261	0.003872	0.000333	-0.000006	0.146	0.203	0.298
AY4	Road: Y	Bus Light	0.231027	0.009995	0.000379	-0.000007	0.252	0.362	0.529
AY5	Gravel	Bus Medium	0.305615	0.021749	0.000324	-0.000004	0.350	0.552	0.840
AY6		Truck Light	0.235424	0.010667	0.000449	-0.000008	0.258	0.379	0.564
AY7		Truck Medium	0.357496	0.013991	0.000676	-0.000011	0.388	0.554	0.820
AY8		Truck Heavy	0.494531	0.012811	0.001175	-0.000018	0.525	0.722	1.073
AY9		Truck Articulated	0.747613	0.021945	0.002047	-0.000034	0.799	1.138	1.735
AZ1	Terrain: A	Car Small	0.129489	0.003128	0.000282	-0.000005	0.137	0.184	0.267
AZ2	Flat	Four-Wheel Drive	0.171306	0.005237	0.000465	-0.000008	0.184	0.262	0.394
AZ3		Delivery Vehicle	0.141511	0.004008	0.000293	-0.000005	0.151	0.206	0.298
AZ4	Road: Z	Bus Light	0.235946	0.010074	0.000345	-0.000006	0.257	0.365	0.530
AZ5	Earth	Bus Medium	0.313532	0.021961	0.000261	-0.000002	0.358	0.557	0.841
AZ6		Truck Light	0.241692	0.010929	0.000391	-0.000007	0.265	0.384	0.564
AZ7		Truck Medium	0.366257	0.014383	0.000586	-0.000009	0.397	0.560	0.820
AZ8		Truck Heavy	0.502199	0.013010	0.001099	-0.000016	0.532	0.726	1.073
AZ9		Truck Articulated	0.761115	0.021384	0.002007	-0.000032	0.811	1.143	1.734
BX1	Terrain: B	Car Small	0.127881	0.000798	0.000419	-0.000008	0.131	0.170	0.247
BX2	Rolling	Four-Wheel Drive	0.167960	0.002650	0.000634	-0.000013	0.176	0.245	0.373
BX3		Delivery Vehicle	0.143324	0.001239	0.000443	-0.000008	0.148	0.192	0.278
BX4	Road: X	Bus Light	0.245144	0.005476	0.000428	-0.000007	0.258	0.335	0.466
BX5	Paved	Bus Medium	0.324451	0.016592	0.000393	-0.000005	0.359	0.524	0.771
BX6		Truck Light	0.241727	0.007484	0.000531	-0.000010	0.259	0.360	0.525
BX7		Truck Medium	0.377087	0.008350	0.000794	-0.000014	0.397	0.526	0.753
BX8		Truck Heavy	0.538033	0.002567	0.001426	-0.000023	0.549	0.683	0.973
BX9		Truck Articulated	0.794171	0.009518	0.002213	-0.000038	0.822	1.072	1.563
BY1	Terrain: B	Car Small	0.125306	0.003055	0.000318	-0.000006	0.133	0.182	0.267
BY2	Rolling	Four-Wheel Drive	0.165672	0.005015	0.000528	-0.000010	0.178	0.258	0.395
BY3		Delivery Vehicle	0.138077	0.003901	0.000328	-0.000006	0.147	0.204	0.299
BY4	Road: Y	Bus Light	0.239003	0.010209	0.000354	-0.000006	0.261	0.370	0.535
BY5	Gravel	Bus Medium	0.321138	0.021614	0.000312	-0.000004	0.366	0.565	0.850
BY6		Truck Light	0.238905	0.010792	0.000431	-0.000008	0.262	0.382	0.566
BY7		Truck Medium	0.370975	0.013680	0.000666	-0.000011	0.401	0.564	0.827
BY8		Truck Heavy	0.509941	0.012690	0.001140	-0.000017	0.540	0.734	1.082
BY9		Truck Articulated	0.780306	0.020777	0.002063	-0.000033	0.830	1.161	1.753
BZ1	Terrain: B	Car Small	0.129877	0.003156	0.000279	-0.000005	0.137	0.185	0.267
BZ2	Rolling	Four-Wheel Drive	0.172199	0.005254	0.000462	-0.000008	0.184	0.263	0.395
BZ3		Delivery Vehicle	0.142091	0.004048	0.000289	-0.000005	0.151	0.207	0.299
BZ4	Road: Z	Bus Light	0.243772	0.010064	0.000344	-0.000006	0.265	0.373	0.536
BZ5	Earth	Bus Medium	0.331511	0.020955	0.000317	-0.000003	0.375	0.569	0.851
BZ6		Truck Light	0.244518	0.011083	0.000376	-0.000006	0.268	0.387	0.567
BZ7		Truck Medium	0.380697	0.013484	0.000628	-0.000009	0.410	0.569	0.827
BZ8		Truck Heavy	0.516796	0.012455	0.001117	-0.000016	0.546	0.737	1.082
BZ9		Truck Articulated	0.793165	0.019886	0.002052	-0.000032	0.841	1.165	1.753
CX1	Terrain: C	Car Small	0.129879	0.000938	0.000403	-0.000008	0.133	0.172	0.249
CX2	Mountainous	Four-Wheel Drive	0.172956	0.002747	0.000612	-0.000012	0.181	0.249	0.376
CX3		Delivery Vehicle	0.145691	0.001496	0.000420	-0.000008	0.150	0.195	0.281
CX4	Road: X	Bus Light	0.292282	0.007038	0.000330	-0.000007	0.308	0.389	0.513
CX5	Paved	Bus Medium	0.405124	0.018165	0.000272	-0.000004	0.443	0.610	0.846
CX6		Truck Light	0.257130	0.008355	0.000497	-0.000010	0.276	0.381	0.544
CX7		Truck Medium	0.441125	0.010362	0.000663	-0.000012	0.464	0.599	0.819
CX8		Truck Heavy	0.610834	0.006284	0.001185	-0.000020	0.628	0.772	1.050
CX9		Truck Articulated	0.964848	0.014373	0.001763	-0.000030	1.000	1.255	1.716
CY1	Terrain: C	Car Small	0.127686	0.003097	0.000307	-0.000006	0.135	0.184	0.268
CY2	Mountainous	Four-Wheel Drive	0.170405	0.005039	0.000511	-0.000010	0.182	0.262	0.398
CY3		Delivery Vehicle	0.141522	0.003944	0.000316	-0.000006	0.151	0.207	0.301
CY4	Road: Y	Bus Light	0.292891	0.010391	0.000209	-0.000003	0.314	0.415	0.562
CY5	Gravel	Bus Medium	0.409060	0.021338	0.000228	-0.000003	0.453	0.642	0.903
CY6		Truck Light	0.262433	0.009728	0.000452	-0.000008	0.284	0.397	0.576
CY7		Truck Medium	0.446266	0.013455	0.000567	-0.000009	0.475	0.628	0.868
CY8		Truck Heavy	0.603454	0.011987	0.000918	-0.000011	0.631	0.805	1.126
CY9		Truck Articulated	0.954296	0.025350	0.001223	-0.000013	1.010	1.317	1.844
CZ1	Terrain: C	Car Small	0.132070	0.003132	0.000276	-0.000005	0.139	0.186	0.268
CZ2	Mountainous	Four-Wheel Drive	0.176307	0.005210	0.000458	-0.000008	0.188	0.266	0.398
CZ3		Delivery Vehicle	0.145350	0.004022	0.000286	-0.000005	0.154	0.209	0.301
CZ4	Road: Z	Bus Light	0.298336	0.010516	0.000164	-0.000002	0.320	0.418	0.562
CZ5	Earth	Bus Medium	0.417288	0.021539	0.000158	-0.000001	0.461	0.648	0.903
CZ6		Truck Light	0.270101	0.009902	0.000390	-0.000006	0.291	0.402	0.576
CZ7		Truck Medium	0.456128	0.013755	0.000474	-0.000007	0.485	0.634	0.868
CZ8		Truck Heavy	0.610250	0.012397	0.000827	-0.000008	0.638	0.809	1.125
CZ9		Truck Articulated	0.970513	0.024414	0.001187	-0.000011	1.024	1.322	1.842

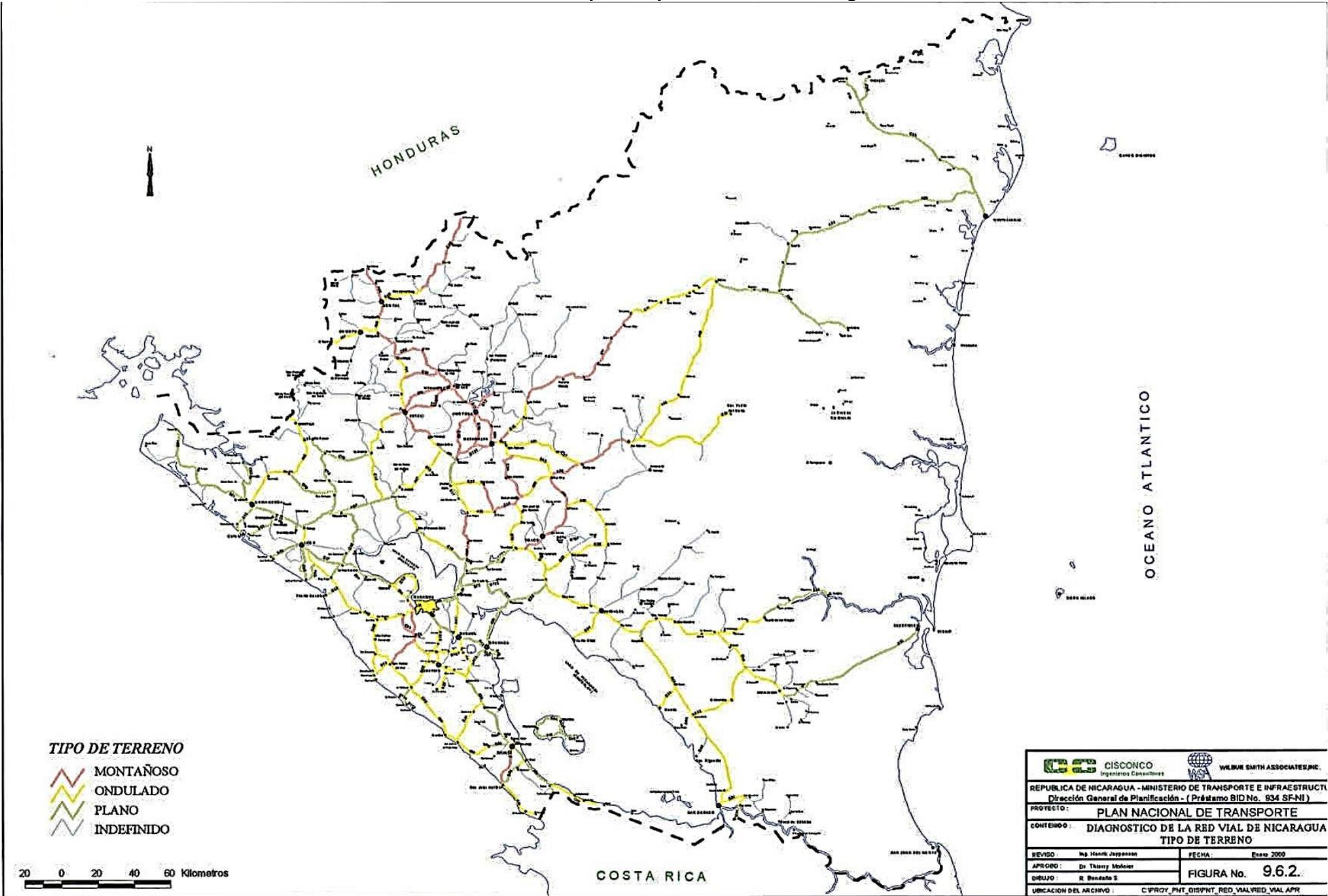
15/01/2013 - RED - HDM-4 VOC (version 3.2) Dic 12. - Coefficients

Fuente: Oficina de Diagnóstico y Evaluación de Pavimentos, MTI (b).  
Calibración de los Costos de Operación Vehicular, 2012, p. 26



## 12.6 Anexo VI

Ilustración 1. Mapa de Tipos de Terreno Nicaragua



Fuente: WSA; CISCONCO; MTI, “Estudio del Plan Nacional de Transporte de Nicaragua. Plan de Infraestructura Vial”, Volumen 9, 2001, p. 179

## 12.7 Anexo VII

## Ilustración 1. Encuesta: Sociedad y Conservación Vial



## Encuesta: Sociedad y Conservación de Caminos

Fecha:    2013

Por favor, marque con una "X" la casilla correspondiente:

Edad: \_\_\_\_\_ Sexo: Femenino ☐ Masculino ☐

Ocupación:

Estudiante ☐ Trabajador (a) del Sector Privado ☐Trabajador (a) del Estado ☐ Otra Ocupación ☐

Por favor, marque con una "X" la casilla correspondiente, si lo considera necesario, puede marcar más de una respuesta:

1. ¿Transita con frecuencia por las vías de transporte terrestre?

Sí ☐ No ☐

2. Si su respuesta anterior es sí, ¿en qué medio de transporte viaja normalmente?

Automóvil ☐ Motocicleta ☐Autobús ☐ Otro medio ☐

3. Según su apreciación, ¿en qué estado se encuentran las vías por las que transita?

Bueno ☐ Regular ☐ Malo ☐

4. ¿Cuál cree usted que es la causa del deterioro de los caminos?

El exceso de vehículos ☐ Daños provocados por algunas personas ☐La lluvia ☐ Falta de conservación ☐

5. ¿Considera que es importante que las vías de transporte estén en buen estado?

Sí ☐ No ☐

6. Según su opinión, ¿qué es necesario para que estén en buen estado?

Conservación ☐ Mantenimiento ☐ Reconstrucción ☐

Otra opción (especifique, por favor): \_\_\_\_\_

7. ¿Cuál considera que debe ser la prioridad del Estado, en asignación de presupuesto?

Educación ☐ Conservación de caminos ☐Salud ☐ Otra (especifique, por favor) \_\_\_\_\_

1

Fuente: Elaboración Propia

## Ilustración 1. Encuesta: Sociedad y Conservación Vial (continuación)



## Encuesta: Sociedad y Conservación de Caminos

8. ¿Usted sabe cuánto dinero costaría realizar cualquiera de las acciones anteriores?

Sí ☐ No ☐

9. ¿Está interesado (a) en saber cuánto cuesta mejorar un camino hasta lograr una calidad óptima?

Sí ☐ No ☐

10. ¿Cuánto dinero considera que se pierde con el deterioro de los caminos?

Mucho ☐ Poco ☐ Nada ☐

11. ¿Está interesado (a) en saber ese valor?

Sí ☐ No ☐

12. ¿Conoce usted el Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI) y el Fondo de Mantenimiento Vial (FOMAV)?

Sí ☐ No ☐ Sólo el MTI ☐ Sólo el FOMAV ☐

13. ¿Sabe cuáles son las funciones de los organismos anteriores?

Conservación de los caminos ☐ Mantenimiento de caminos ☐

Reconstrucción de caminos ☐ Construcción de caminos ☐

14. ¿Cómo evalúa el desempeño de estas instituciones?

Bueno ☐ Regular ☐ Malo ☐

15. ¿Cree usted que deberían mejorar su desempeño?

Sí ☐ No ☐

16. Si su respuesta anterior es sí, ¿qué elementos considera que son necesarios para lograrlo?

Recibir mayor financiamiento ☐ Ser más eficaces y eficientes ☐

17. ¿Considera que la sociedad en general debe participar en la conservación de caminos?

Sí, todos debemos conservar limpios y en buen estado los caminos ☐

No, esa tarea es sólo del MTI y el FOMAV ☐

Fuente: Elaboración Propia

**12.8 Anexo VIII**

**Formato de Inspección Visual**

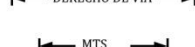
**MTI**

**MINISTERIO DE TRANSPORTE E INFRAESTRUCTURA**  
**DIRECCION DE CONSERVACION VIAL**

## INVENTARIO DE NECESIDADES DEL CAMINO

REGION		CAMINO		DE _____		BOLETA	
<input type="text"/>		<input type="text"/>		A _____		HOJA <input type="text"/> DE <input type="text"/>	
		CODIGO		TIPO DE SUPERFICIE ACTUAL			
RUTA		<input type="text"/>		LONGITUD (KM)		<input type="text"/>	
				<input type="text"/>		<input type="text"/> 1. ASFALTO <input type="text"/> 2. CONCRETO <input type="text"/> 3. TSB <input type="text"/> 4. LASTRE Y TIERRA	
DEPARTAMENTO		<input type="text"/>		MUNICIPIO		<input type="text"/>	
CODIGO		DESCRIPCION		CODIGO		DESCRIPCION	











**SECCION TIPICA**



← DERECHO DE VIA →  
 ← MTS →  
 ← CUNETAS →

[illegible]



SIMBOLOGIA PARA LA REPRESENTACION GRAFICA					
ALCANTARILLA EXISTENTE	---	CHAPE A MANO		LIMPIEZA DERECHO DE VIA	
ALCANTARILLA NUEVA	—	CONFORMACION		POSTE ELECTRICO	
AMPLIACION DERECHO DE VIA	↔	DERRUMBE		PUENTE	
ASFALTO	—	DESGLIZAMIENTO		REVESTIMIENTO	
BACHEO		DIRECCION DEL AGUA		RELLENO	
CABEZALES	][	GABIONES			

### CROQUIS DE LA LOCALIZACION DEL CAMINO

### CROQUIS DE LA LOCALIZACION DEL CAMINO

**OBSERVACIONES:**[illegible]

12.9 Anexo IX


**Ejemplos de Hoja de Cálculo - DETOUR**

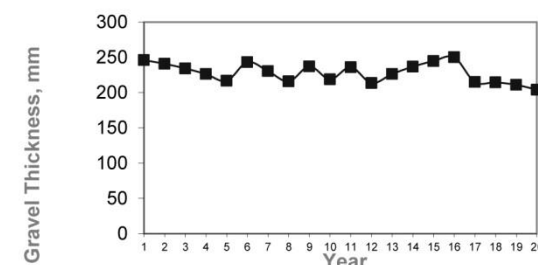
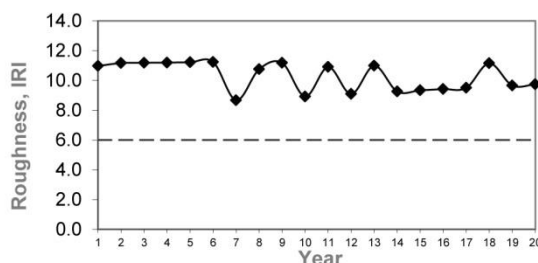
***Deterioration of Engineered Unpaved Roads***



## DETOUR - Deterioration of Engineered Unpaved Roads - Version 1.0

<i>In</i>	Camino Revestido, Bueno, Ondulado, T1		
<b>Road Name</b>		Rainfall (m/month)	0.13579
<b>Environment, Geometry, and Traffic</b>			
Road Width (m)	6.0	Shoulder Width (m)	0.0
Rise and Fall (m/km)	40	Horizontal Curvature (degree/km)	50
Light Vehicle Traffic, GVW<3.5 tons (vpd)	700	Light Vehicle Traffic Growth (%)	5.33%
Heavy Vehicle Traffic, GVW>3.5 tons (vpd)	300	Heavy Vehicle Traffic Growth (%)	5.33%
<b>Gravel Layer Characteristics</b>		Maximum Roughness (IRI)	10
Thickness (mm)	250	Maximum Particle Size (mm)	25.0
Age (years)	20	Plasticity Index (#)	8.0
Mechanical Compaction (Y/N)	Y	% Passing 2.000 mm Sieve	56.0
Current Roughness (IRI)	9	% Passing 0.425 mm Sieve	28.0
Minimum Roughness (IRI)	6	% Passing 0.075 mm Sieve	16.0
<b>Earth Layer Characteristics</b>		Plasticity Index (#)	35.0
Minimum Roughness (IRI)	12	% Passing 2.000 mm Sieve	30.0
Maximum Roughness (IRI)	20	% Passing 0.425 mm Sieve	20.0
Maximum Particle Size (mm)	10.0	% Passing 0.075 mm Sieve	10.0
<b>Recurrent Maintenance Policy</b>			
Grading Interval (days)	365	Spot Regravelling (m3/km/year)	225
<b>Periodic Maintenance Policy</b>		Maximum Roughness (IRI)	10
New gravel layer at gravel thickness (mm)	212.50	Maximum Particle Size (mm)	25.0
New gravel layer thickness (mm)	37.50	Plasticity Index (#)	8.0
Mechanical Compaction (Y/N)	Y	% Passing 2.000 mm Sieve	56.0
Initial Roughness (IRI)	6	% Passing 0.425 mm Sieve	28.0
Minimum Roughness (IRI)	6	% Passing 0.075 mm Sieve	16.0
<b>Material Loss Calibration</b>			
Gravel Loss Factor	1.0	Traffic-induced Loss Factor	1.0


<i>Out</i>	Road Deterioration				
Year	Traffic (vpd)	Roughness (IRI)	Gravel Thickness (mm)	Gravel Layer (in year)	
1	1000	11.0	246		
2	1053	11.2	241		
3	1109	11.2	234		
4	1169	11.2	226		
5	1231	11.2	217		
6	1296	11.2	243	6	
7	1366	8.7	230		
8	1438	10.8	216		
9	1515	11.2	237	9	
10	1596	8.9	219		
11	1681	10.9	236	11	
12	1770	9.1	214		
13	1865	11.0	226	13	
14	1964	9.3	237	14	
15	2069	9.3	245	15	
16	2179	9.4	250	16	
17	2295	9.5	215		
18	2418	11.1	214	18	
19	2546	9.7	211	19	
20	2682	9.7	204	20	
<b>Average</b>				<b>Average</b>	Note: Camino de Superficie Revestida, en Estado Bueno, con Terreno Plano y con TPDA > 1000  RURAL ROADS THEMATIC GROUP THE WORLD BANK, DETOUR10.XLS, 9/9/99, RAC
1-20	1712	10.3	228	<b>Interval</b>	
1-5	1112	11.1	233	<b>(years)</b>	
6-10	1442	10.1	229		
10-15	1870	9.9	231	2.0	
15-20	2424	9.9	219		



## DETOUR - Deterioration of Engineered Unpaved Roads - Version 1.0


In

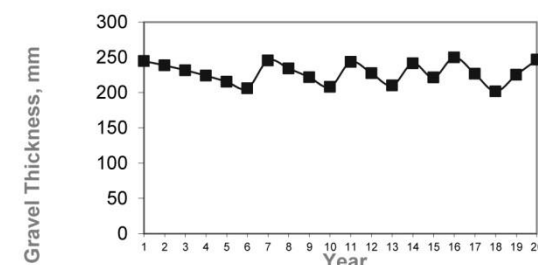
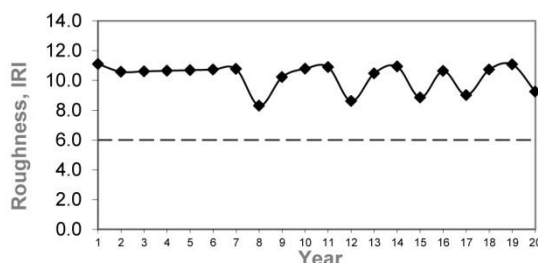
Road Name		Camino Revestido, Bueno, Ondulado, T1	
Environment, Geometry, and Traffic			
Road Width (m)	6.0	Shoulder Width (m)	0.0
Rise and Fall (m/km)	40	Horizontal Curvature (degree/km)	50
Gravel Thickness (mm)	250	Rainfall (m/month)	0.13579
Light Vehicle Traffic, GVW<3.5 tons (vpd)	700	Light Vehicle Traffic Growth (%)	5%
Heavy Vehicle Traffic, GVW>3.5 tons (vpd)	300	Heavy Vehicle Traffic Growth (%)	5%
Gravel Layer Characteristics		Earth Layer Characteristics	
Plasticity Index (#)	8.0	Plasticity Index (#)	35.0
Maximum Particle Size (mm)	25.0	Maximum Particle Size (mm)	10.0
% Passing 2.000 mm Sieve	56.0	% Passing 2.000 mm Sieve	30.0
% Passing 0.425 mm Sieve	28.0	% Passing 0.425 mm Sieve	20.0
% Passing 0.075 mm Sieve	16.0	% Passing 0.075 mm Sieve	10.0
Recurrent Maintenance Policy		Recurrent Maintenance Unit Costs	
Grading Interval (days)	365	Grading (\$/km)	4440
Spot Regravelling (m3/km/year)	225	Spot Regravelling (\$/m3)	18.55
		Routine Maintenance (\$/km-year)	2510.63
Periodic Maintenance Policy		Periodic Maintenance Unit Costs	
New gravel layer at gravel thickness (mm)	38	Gravel Layer (\$/m3)	18.55
New gravel layer thickness (mm)	213		
Light Vehicles Road User Costs Coefficients		Heavy Vehicles Road User Costs Coefficients	
RUC =	0.197839	RUC =	0.475032
(\$/veh-km)	+ 0.008759 * IRI	(\$/veh-km)	+ 0.014485 * IRI
	+ 0.000368 * IRI ^2		+ 0.001075 * IRI ^2
	+ -0.000006 * IRI ^3		+ -0.000017 * IRI ^3

Out	Road Agency Costs							Road	
	Gradings (\$/km)	Spot Regravelling (\$/km)	Routine Maintenance (\$/km)	Gravel Layer (\$/km)	Total Recurrent (\$/km)	Total Periodic (\$/km)	Total Agency (\$/km)	User Costs (\$/km)	Society Costs (\$/km)
Year									
1	4,440	4,174	2,511	0	11,124	0	11,124	165,366	176,490
2	4,440	4,174	2,511	0	11,124	0	11,124	175,622	186,746
3	4,440	4,174	2,511	0	11,124	0	11,124	185,139	196,263
4	4,440	4,174	2,511	0	11,124	0	11,124	195,153	206,278
5	4,440	4,174	2,511	0	11,124	0	11,124	205,702	216,827
6	4,440	4,174	2,511	4,174	11,124	4,174	15,298	216,814	232,112
7	4,440	4,174	2,511	0	11,124	0	11,124	203,933	215,057
8	4,440	4,174	2,511	0	11,124	0	11,124	235,566	246,690
9	4,440	4,174	2,511	4,174	11,124	4,174	15,298	252,733	268,031
10	4,440	4,174	2,511	0	11,124	0	11,124	240,991	252,115
11	4,440	4,174	2,511	4,174	11,124	4,174	15,298	277,055	292,353
12	4,440	4,174	2,511	0	11,124	0	11,124	269,377	280,502
13	4,440	4,174	2,511	4,174	11,124	4,174	15,298	308,503	323,801
14	4,440	4,174	2,511	4,174	11,124	4,174	15,298	301,094	316,393
15	4,440	4,174	2,511	4,174	11,124	4,174	15,298	318,315	333,614
16	4,440	4,174	2,511	4,174	11,124	4,174	15,298	336,510	351,808
17	4,440	4,174	2,511	0	11,124	0	11,124	355,728	366,852
18	4,440	4,174	2,511	4,174	11,124	4,174	15,298	402,829	418,128
19	4,440	4,174	2,511	4,174	11,124	4,174	15,298	397,457	412,755
20	4,440	4,174	2,511	4,174	11,124	4,174	15,298	420,082	435,380
Average 1-20	4,440	4,174	2,511	2,087	11,124	2,087	13,211	273,198	286,410
Years 1 to 20									
Average Agency Costs per Average Roughness					1,286				
Average Road User Costs per Average Roughness					26,587				
Average Society Costs per Average Roughness					27,873				
					 RURAL ROADS & TRANSPORT GROUP				
					THE WORLD BANK, DETOUR10.XLS, 9/9/99, RAC				

## DETOUR - Deterioration of Engineered Unpaved Roads - Version 1.0

<i>In</i>	Camino Revestido, Regular, Plano, T2		
<b>Environment, Geometry, and Traffic</b>		Rainfall (m/month)	0.14867
Road Width (m)	6.0	Shoulder Width (m)	0.0
Rise and Fall (m/km)	30	Horizontal Curvature (degree/km)	50
Light Vehicle Traffic, GVW<3.5 tons (vpd)	525	Light Vehicle Traffic Growth (%)	5.33%
Heavy Vehicle Traffic, GVW>3.5 tons (vpd)	225	Heavy Vehicle Traffic Growth (%)	5.33%
<b>Gravel Layer Characteristics</b>		Maximum Roughness (IRI)	10
Thickness (mm)	250	Maximum Particle Size (mm)	25.0
Age (years)	20	Plasticity Index (#)	8.0
Mechanical Compaction (Y/N)	Y	% Passing 2.000 mm Sieve	56.0
Current Roughness (IRI)	13	% Passing 0.425 mm Sieve	28.0
Minimum Roughness (IRI)	6	% Passing 0.075 mm Sieve	16.0
<b>Earth Layer Characteristics</b>		Plasticity Index (#)	35.0
Minimum Roughness (IRI)	12	% Passing 2.000 mm Sieve	30.0
Maximum Roughness (IRI)	20	% Passing 0.425 mm Sieve	20.0
Maximum Particle Size (mm)	10.0	% Passing 0.075 mm Sieve	10.0
<b>Recurrent Maintenance Policy</b>		Grading Interval (days)	180
<b>Periodic Maintenance Policy</b>		Spot Regravelling (m3/km/year)	150
		Maximum Roughness (IRI)	10
New gravel layer at gravel thickness (mm)	200	Maximum Particle Size (mm)	25.0
New gravel layer thickness (mm)	50	Plasticity Index (#)	8.0
Mechanical Compaction (Y/N)	Y	% Passing 2.000 mm Sieve	56.0
Initial Roughness (IRI)	6	% Passing 0.425 mm Sieve	28.0
Minimum Roughness (IRI)	6	% Passing 0.075 mm Sieve	16.0
<b>Material Loss Calibration</b>		Gravel Loss Factor	1.0
		Traffic-induced Loss Factor	1.0

<i>Out</i>	Road Deterioration				
Year	Traffic (vpd)	Roughness (IRI)	Gravel Thickness (mm)	Gravel Layer (in year)	
1	750	11.1	245		7
2	790	10.6	238		
3	832	10.6	232		
4	876	10.6	224		
5	923	10.7	215		
6	972	10.7	206		
7	1024	10.8	245		
8	1079	8.3	234		11
9	1136	10.2	222		
10	1197	10.8	208		
11	1261	10.9	243		14
12	1328	8.6	227		
13	1399	10.5	210		16
14	1473	10.9	241		
15	1552	8.8	221		19
16	1634	10.6	250		
17	1721	9.0	227		20
18	1813	10.7	202		
19	1910	11.1	225		3.3
20	2012	9.3	246		
Average				Average	Note: Camino de Superficie Revestida, en Estado Regular, con Terreno Plano y con 500 > TPDA > 1000  RURAL ROADS THEMATIC GROUP THE WORLD BANK, DETOUR10.XLS, 9/9/99, RAC
1-20	1284	10.2	228	Interval	
1-5	834	10.7	231	(years)	
6-10	1082	10.2	223		
10-15	1402	9.9	229		
15-20	1818	10.1	230		





## DETOUR - Deterioration of Engineered Unpaved Roads - Version 1.0


In

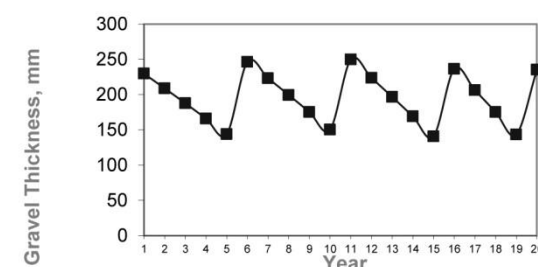
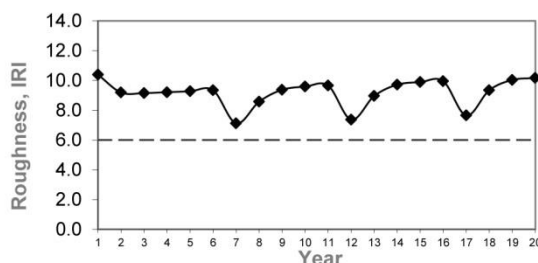
Road Name		Camino Revestido, Regular, Plano, T2	
Environment, Geometry, and Traffic			
Road Width (m)	6.0	Shoulder Width (m)	0.0
Rise and Fall (m/km)	30	Horizontal Curvature (degree/km)	50
Gravel Thickness (mm)	250	Rainfall (m/month)	0.14867
Light Vehicle Traffic, GVW<3.5 tons (vpd)	525	Light Vehicle Traffic Growth (%)	5%
Heavy Vehicle Traffic, GVW>3.5 tons (vpd)	225	Heavy Vehicle Traffic Growth (%)	5%
Gravel Layer Characteristics		Earth Layer Characteristics	
Plasticity Index (#)	8.0	Plasticity Index (#)	35.0
Maximum Particle Size (mm)	25.0	Maximum Particle Size (mm)	10.0
% Passing 2.000 mm Sieve	56.0	% Passing 2.000 mm Sieve	30.0
% Passing 0.425 mm Sieve	28.0	% Passing 0.425 mm Sieve	20.0
% Passing 0.075 mm Sieve	16.0	% Passing 0.075 mm Sieve	10.0
Recurrent Maintenance Policy		Recurrent Maintenance Unit Costs	
Grading Interval (days)	180	Grading (\$/km)	4440
Spot Regravelling (m3/km/year)	150	Spot Regravelling (\$/m3)	18.55
		Routine Maintenance (\$/km-year)	2510.63
Periodic Maintenance Policy		Periodic Maintenance Unit Costs	
New gravel layer at gravel thickness (mm)	50	Gravel Layer (\$/m3)	18.55
New gravel layer thickness (mm)	200		
Light Vehicles Road User Costs Coefficients		Heavy Vehicles Road User Costs Coefficients	
RUC =	0.192605	RUC =	0.458766
(\$/veh-km)	+ 0.008734 * IRI	(\$/veh-km)	+ 0.014854 * IRI
	+ 0.000378 * IRI ^2		+ 0.001087 * IRI ^2
	+ -0.000007 * IRI ^3		+ -0.000018 * IRI ^3

<i>Out</i>	Road Agency Costs							Road User Costs	Society Costs
Year	Gradings (\$/km)	Spot Regravelling (\$/km)	Routine Maintenance (\$/km)	Gravel Layer (\$/km)	Total Recurrent (\$/km)	Total Periodic (\$/km)	Total Agency (\$/km)	(\$/km)	(\$/km)
1	9,003	2,783	2,511	0	14,296	0	14,296	122,881	137,178
2	9,003	2,783	2,511	0	14,296	0	14,296	126,458	140,754
3	9,003	2,783	2,511	0	14,296	0	14,296	133,387	147,683
4	9,003	2,783	2,511	0	14,296	0	14,296	140,747	155,043
5	9,003	2,783	2,511	0	14,296	0	14,296	148,505	162,802
6	9,003	2,783	2,511	0	14,296	0	14,296	156,682	170,979
7	9,003	2,783	2,511	5,565	14,296	5,565	19,861	165,300	185,162
8	9,003	2,783	2,511	0	14,296	0	14,296	155,597	169,894
9	9,003	2,783	2,511	0	14,296	0	14,296	179,000	193,297
10	9,003	2,783	2,511	0	14,296	0	14,296	193,396	207,692
11	9,003	2,783	2,511	5,565	14,296	5,565	19,861	204,638	224,500
12	9,003	2,783	2,511	0	14,296	0	14,296	194,284	208,580
13	9,003	2,783	2,511	0	14,296	0	14,296	222,775	237,071
14	9,003	2,783	2,511	5,565	14,296	5,565	19,861	239,523	259,384
15	9,003	2,783	2,511	0	14,296	0	14,296	229,559	243,855
16	9,003	2,783	2,511	5,565	14,296	5,565	19,861	262,211	282,073
17	9,003	2,783	2,511	0	14,296	0	14,296	256,577	270,873
18	9,003	2,783	2,511	0	14,296	0	14,296	292,155	306,451
19	9,003	2,783	2,511	5,565	14,296	5,565	19,861	312,478	332,340
20	9,003	2,783	2,511	5,565	14,296	5,565	19,861	303,158	323,020
Average 1-20	9,003	2,783	2,511	1,670	14,296	1,670	15,966	201,966	217,932
Years 1 to 20									
Average Agency Costs per Average Roughness				1,559					
Average Road User Costs per Average Roughness				19,719					
Average Society Costs per Average Roughness				21,278					
					RURAL ROADS & TRANSPORT GROUP				
					THE WORLD BANK, DETOUR10.XLS, 9/9/99, RAC				

## DETOUR - Deterioration of Engineered Unpaved Roads - Version 1.0

<i>In</i>	Camino Revestido, Malo, Montañoso, T3		
<b>Environment, Geometry, and Traffic</b>			
Rainfall (m/month)			0.12805
Road Width (m)	6.0	Shoulder Width (m)	0.0
Rise and Fall (m/km)	60	Horizontal Curvature (degree/km)	50
Light Vehicle Traffic, GVW<3.5 tons (vpd)	193	Light Vehicle Traffic Growth (%)	5.33%
Heavy Vehicle Traffic, GVW>3.5 tons (vpd)	82	Heavy Vehicle Traffic Growth (%)	5.33%
<b>Gravel Layer Characteristics</b>			
Maximum Roughness (IRI)			10
Thickness (mm)	250	Maximum Particle Size (mm)	25.0
Age (years)	20	Plasticity Index (#)	8.0
Mechanical Compaction (Y/N)	Y	% Passing 2.000 mm Sieve	56.0
Current Roughness (IRI)	17	% Passing 0.425 mm Sieve	28.0
Minimum Roughness (IRI)	6	% Passing 0.075 mm Sieve	16.0
<b>Earth Layer Characteristics</b>			
Plasticity Index (#)			35.0
Minimum Roughness (IRI)	12	% Passing 2.000 mm Sieve	30.0
Maximum Roughness (IRI)	20	% Passing 0.425 mm Sieve	20.0
Maximum Particle Size (mm)	10.0	% Passing 0.075 mm Sieve	10.0
<b>Recurrent Maintenance Policy</b>			
Grading Interval (days)	120	Spot Regravelling (m3/km/year)	40
<b>Periodic Maintenance Policy</b>			
Maximum Roughness (IRI)			10
New gravel layer at gravel thickness (mm)	125	Maximum Particle Size (mm)	25.0
New gravel layer thickness (mm)	125	Plasticity Index (#)	8.0
Mechanical Compaction (Y/N)	Y	% Passing 2.000 mm Sieve	56.0
Initial Roughness (IRI)	6	% Passing 0.425 mm Sieve	28.0
Minimum Roughness (IRI)	6	% Passing 0.075 mm Sieve	16.0
<b>Material Loss Calibration</b>			
Gravel Loss Factor	1.0	Traffic-induced Loss Factor	1.0

<i>Out</i>	Road Deterioration					
Year	Traffic (vpd)	Roughness (IRI)	Gravel Thickness (mm)	Gravel Layer (in year)		
1	275	10.4	230			
2	290	9.2	209			
3	305	9.2	188			
4	321	9.2	166			
5	338	9.3	144			
6	357	9.3	246	6		
7	376	7.1	223			
8	396	8.6	199			
9	417	9.4	175			
10	439	9.6	150			
11	462	9.6	250	11		
12	487	7.4	224			
13	513	9.0	197			
14	540	9.7	169			
15	569	9.9	141			
16	599	9.9	236	16		
17	631	7.6	206			
18	665	9.3	175			
19	700	10.0	143			
20	738	10.2	235	20		
<b>Average</b>				<b>Average</b>	Note: Camino de Superficie Revestida, en Estado Malo, con Terreno Montañoso y con 50 > TPDA > 500  RURAL ROADS THEMATIC GROUP THE WORLD BANK, DETOUR10.XLS, 9/9/99, RAC	
1-20	471	9.2	195	<b>Interval</b>		
1-5	306	9.4	187	<b>(years)</b>		
6-10	397	8.8	199			
10-15	514	9.1	196	5.0		
15-20	667	9.4	199			



## DETOUR - Deterioration of Engineered Unpaved Roads - Version 1.0

In

Road Name		Camino Revestido, Malo, Montañoso, T3	
Environment, Geometry, and Traffic			
Road Width (m)	6.0	Shoulder Width (m)	0.0
Rise and Fall (m/km)	60	Horizontal Curvature (degree/km)	50
Gravel Thickness (mm)	250	Rainfall (m/month)	0.12805
Light Vehicle Traffic, GVW<3.5 tons (vpd)	193	Light Vehicle Traffic Growth (%)	5%
Heavy Vehicle Traffic, GVW>3.5 tons (vpd)	82	Heavy Vehicle Traffic Growth (%)	5%
Gravel Layer Characteristics		Earth Layer Characteristics	
Plasticity Index (#)	8.0	Plasticity Index (#)	35.0
Maximum Particle Size (mm)	25.0	Maximum Particle Size (mm)	10.0
% Passing 2.000 mm Sieve	56.0	% Passing 2.000 mm Sieve	30.0
% Passing 0.425 mm Sieve	28.0	% Passing 0.425 mm Sieve	20.0
% Passing 0.075 mm Sieve	16.0	% Passing 0.075 mm Sieve	10.0
Recurrent Maintenance Policy		Recurrent Maintenance Unit Costs	
Grading Interval (days)	120	Grading (\$/km)	4440
Spot Regravelling (m3/km/year)	40	Spot Regravelling (\$/m3)	18.55
		Routine Maintenance (\$/km-year)	2510.63
Periodic Maintenance Policy		Periodic Maintenance Unit Costs	
New gravel layer at gravel thickness (mm)	125	Gravel Layer (\$/m3)	18.55
New gravel layer thickness (mm)	125		
Light Vehicles Road User Costs Coefficients		Heavy Vehicles Road User Costs Coefficients	
RUC =	0.2283128	RUC =	0.5666123
(\$/veh-km)	+ 0.0087618 * IRI	(\$/veh-km)	+ 0.01513 * IRI
	+ 0.0003142 * IRI ^2		+ 0.00079 * IRI ^2
	+ -0.0000016 * IRI ^3		+ -1.03E-05 * IRI ^3

<i>Out</i>	<b>Road Agency Costs</b>							<b>Road User Costs</b>	<b>Society Costs</b>
<b>Year</b>	<b>Gradings (\$/km)</b>	<b>Spot Regravelling (\$/km)</b>	<b>Routine Maintenance (\$/km)</b>	<b>Gravel Layer (\$/km)</b>	<b>Total Recurrent (\$/km)</b>	<b>Total Periodic (\$/km)</b>	<b>Total Agency (\$/km)</b>	<b>(\$/km)</b>	<b>(\$/km)</b>
1	13,505	742	2,511	0	16,758	0	16,758	48,613	65,371
2	13,505	742	2,511	0	16,758	0	16,758	48,885	65,643
3	13,505	742	2,511	0	16,758	0	16,758	51,420	68,177
4	13,505	742	2,511	0	16,758	0	16,758	54,280	71,037
5	13,505	742	2,511	0	16,758	0	16,758	57,314	74,072
6	13,505	742	2,511	13,913	16,758	13,913	30,670	60,519	91,189
7	13,505	742	2,511	0	16,758	0	16,758	58,488	75,246
8	13,505	742	2,511	0	16,758	0	16,758	65,184	81,942
9	13,505	742	2,511	0	16,758	0	16,758	70,824	87,581
10	13,505	742	2,511	0	16,758	0	16,758	75,205	91,963
11	13,505	742	2,511	13,913	16,758	13,913	30,670	79,423	110,093
12	13,505	742	2,511	0	16,758	0	16,758	76,539	93,297
13	13,505	742	2,511	0	16,758	0	16,758	85,769	102,526
14	13,505	742	2,511	0	16,758	0	16,758	93,048	109,805
15	13,505	742	2,511	0	16,758	0	16,758	98,664	115,422
16	13,505	742	2,511	13,913	16,758	13,913	30,670	104,167	134,838
17	13,505	742	2,511	0	16,758	0	16,758	100,324	117,082
18	13,505	742	2,511	0	16,758	0	16,758	112,880	129,637
19	13,505	742	2,511	0	16,758	0	16,758	122,126	138,884
20	13,505	742	2,511	13,913	16,758	13,913	30,670	129,314	159,984
<b>Average 1-20</b>	13,505	742	2,511	2,783	16,758	2,783	<b>19,540</b>	79,649	99,189
<b>Years 1 to 20</b>									
Average Agency Costs per Average Roughness				2,125					
Average Road User Costs per Average Roughness				8,663					
Average Society Costs per Average Roughness				10,789					
					RURAL ROADS & TRANSPORT GROUP				
					THE WORLD BANK, DETOUR10.XLS, 9/9/99, RAC				



**12.10 Anexo X**

**Tabla 1. Resultados del Cálculo del Valor del Patrimonio Vial  
de Caminos Revestidos de Nicaragua**



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA  
FACULTAD DE TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN  
PATRIMONIO NACIONAL DE CAMINOS REVESTIDOS

SECTOR "A" Información Básica de los Caminos							SECTOR "B" Valor Máximo Teórico		SECTOR "C" Valor Mínimo Permisible			SECTOR "D" Deficiencia de los Tramos			SECTOR "E" Resultados del Cálculo			
N° de Ident. del Tramo	Identificación del Tramo				Longitud (Km)	Volumen de Tránsito TPDA (Veh/día)	Valor Unitario Nuevo (US \$/Km)	Valor Tramo Nuevo (US \$)	Estado Mín. Permisible	Valor Unitario Mín. Permisible (US \$/Km)	Valor Mín. Permisible del Tramo (US \$)	Estado Actual	Valor Unitario de Deficiencia (US \$/Km)	Valor de Deficiencia del Tramo (US \$)	Valor Actual del Tramo (US \$)	% Valor Actual Valor Máx. Teórico	% Valor Actual Valor Mín. Permisible	Tramos Peores que Económ. Permisible (Km)
	Depto.	Municipio	Origen	Destino														
NN-16	Nueva Segovia	El Jícaro	Est. 5+140 del 29Na0300000 (Hda. Los Calpules)(Lím. Munic. Ciudad Antigua-El Jícaro)	Km 26+930 (Corrales de Hda. La Sombra)(Lím. Munic. El Jícaro-Quilalí)	14.000	108	79,782.37	1,116,953.14	Regular	64,929.37	909,011.14	Regular	14,853.00	207,942.00	909,011.14	81%	100%	-
NIC-55	Nueva Segovia	El Jícaro	Km 12+930 del 29NC0300000 (Susucayán)	Alc. Conc. 48 (La Cruz)(Lím. Munic. El Jícaro-Murra)	14.026	659	79,782.37	1,119,027.48	Regular	62,425.37	875,578.20	Malo	22,044.00	309,189.14	809,838.34	72%	92%	14.026
NIC-29	Nueva Segovia	Jalapa	Est. 43+710 del 29NF0000000 (Pte. Río Musulí)(Lím. Municipal San Fernando - Jalapa)	Aduana El Porvenir (Lím. Internacional Nicaragua-Honduras)	5.500	1,007	79,782.37	438,803.02	Regular	61,312.37	337,218.02	Regular	18,470.00	101,585.00	337,218.02	77%	100%	-
	Nueva Segovia	Jalapa	Km. 61+700 (B° Los Chiquirínes)	Jalapa (Cruz Roja)	1.050	302	79,782.37	83,771.49	Regular	64,929.37	68,175.84	Regular	14,853.00	15,595.65	68,175.84	81%	100%	-
	Nueva Segovia	Jalapa	Km. 0+980 (Santa Rosa)	Jalapa (El Granero)	0.130	50	79,782.37	10,371.71	Malo	61,837.37	8,038.86	Regular	13,703.00	1,781.39	8,590.32	83%	107%	-
NIC-53	Nueva Segovia	Macuelizo	Est. 5+465 del 53NO0000000 (Quebrada La Jagua)(Lím. Municipal Ocotál-Macuelizo)	Boca de Qda. Cuajiniquí (Sitio Santa Lucía)(Lím. Municipal Macuelizo-Sta. María)	18.270	334	79,782.37	1,457,623.84	Regular	64,929.37	1,186,259.53	Regular	14,853.00	271,364.31	1,186,259.53	81%	100%	-
NIC-55	Nueva Segovia	Murra	Est. 21+966 del 55NC0000000 (Alc. Con. 48°)(La Cruz)(Lím. Munic. Jícaro-Murra)	Murra	4.389	86	79,782.37	350,164.81	Regular	64,929.37	284,974.99	Regular	14,853.00	65,189.82	284,974.99	81%	100%	-
NIC-55	Nueva Segovia	Murra	Murra (Alcaldía)	Caserío El Rosario (Iglesia Asamblea de Dios)	27.085	86	79,782.37	2,160,905.41	Regular	64,929.37	1,758,611.90	Malo	19,540.00	529,240.90	1,631,664.51	76%	93%	27.085
	Nueva Segovia	Ocotál	Km. 2+100 (Las Ninfas)(Emp. B° Sandino)	B° Sandino	0.765	368	79,782.37	61,033.51	Regular	64,929.37	49,670.97	Bueno	10,429.00	7,978.19	53,055.33	87%	107%	-
NN-16	Nueva Segovia	Quilalí	Est. 26+930 del 29NC0300000 (Corrales de Hda. La Sombra)(Lím. Munic. El Jícaro-Quilalí)	Emp. Las Cruces (Las Cruces)	6.770	91	79,782.37	540,126.62	Regular	64,929.37	439,571.81	Malo	19,540.00	132,285.80	407,840.82	76%	93%	6.77
NIC-51	Nueva Segovia	Quilalí	Km. 58+930 (Lím. Munic. San Juan de Río Coco-Quilalí)(Lím. Deptal. Madriz-Nueva Segovia)	Emp. Las Cruces (Las Cruces)	3.790	230	79,782.37	302,375.17	Regular	64,929.37	246,082.30	Malo	19,540.00	74,056.60	228,318.57	76%	93%	3.79
NIC-51	Nueva Segovia	Quilalí	Emp. Las Cruces	Km. 89+585 (Sta. Rosa de Ventilla)(Lím. Munic. Quilalí-Wiwilí)	25.502	272	79,782.37	2,034,609.92	Regular	64,929.37	1,655,828.72	Regular	14,853.00	378,781.21	1,655,828.72	81%	100%	-
	Nueva Segovia	Wiwilí de Nva. Seg.	Km. 89+585 (Sta. Rosa de Ventilla)(Lím. Munic. Quilalí-Wiwilí)	Wiwilí (Parque Central)	19.335	335	79,782.37	1,542,592.07	Regular	64,929.37	1,255,409.31	Regular	14,853.00	287,182.76	1,255,409.31	81%	100%	-
	Nueva Segovia	Wiwilí de Nva. Seg.	Km. 109+570 (Wiwilí)(B° Pedro Joaquín)	Km. 0+258 del 51NW0800000 (Instituto Della Rosa Casco)(B° Edwin Barahona)(Wiwilí)	0.183	47	79,782.37	14,600.17	Malo	61,837.37	11,316.24	Regular	13,703.00	2,507.65	12,092.52	83%	107%	-
NN-4	Madríz	Las Sabanas	Est. 16+220 del 08DA0000000 (Bco. de Material Loma La Reforma)	Pte. Río Tapacalí (Lím. Munic. Las Sabanas-San José de Cusmapa)	13.130	159	79,782.37	1,047,542.48	Regular	65,207.37	856,172.73	Regular	14,575.00	191,369.75	856,172.73	82%	100%	-

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA  
FACULTAD DE TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN  
PATRIMONIO NACIONAL DE CAMINOS REVESTIDOS

SECTOR "A" Información Básica de los Caminos							SECTOR "B" Valor Máximo Teórico		SECTOR "C" Valor Mínimo Permisible			SECTOR "D" Deficiencia de los Tramos			SECTOR "E" Resultados del Cálculo			
Nº de Ident. del Tramo	Identificación del Tramo				Longitud (Km)	Volumen de Tránsito TPDA (Veh/día)	Valor Unitario Nuevo (US \$/Km)	Valor Tramo Nuevo (US \$)	Estado Mín. Permisible	Valor Unitario Mín. Permisible (US \$/Km)	Valor Mín. Permisible del Tramo (US \$)	Estado Actual	Valor Unitario de Deficiencia (US \$/Km)	Valor de Deficiencia del Tramo (US \$)	Valor Actual del Tramo (US \$)	% Valor Actual Valor Máx. Teórico	% Valor Actual Valor Mín. Permisible	Tramos Peores que Económ. Permisible (Km)
	Depto.	Municipio	Origen	Destino														
NN-4	Madríz	San José de Cusmapa	Est. 29+970 del O1DB0800000 (Pte. Río Tapacalí)	San José de Cusmapa (Pre-escolar)	2.400	159	79,782.37	191,477.68	Regular	65,207.37	156,497.68	Bueno	10,011.00	24,026.40	167,451.28	87%	107%	-
CV	Madríz	San José de Cusmapa	Km. 32+595 (San José de Cusmapa)(Juzgado)	Buenos Aires	0.440	41	79,782.37	35,104.24	Malo	61,837.37	27,208.44	Regular	13,425.00	5,907.00	29,197.24	83%	107%	-
NIC-51	Madríz	San Juan de Río Coco	NIC 51 Km. 44+150 (El Portillo)(Lím. Munic. Telpaneca- San Juan de Río Coco)	Km. 58+930 (Lím. Munic. San Juan de Río Coca-Quilalí)(Lím. Deptal. Madríz- Nueva Segovia)	9.445	618	79,782.37	753,544.46	Regular	62,981.37	594,859.01	Malo	21,349.00	201,641.31	551,903.15	73%	93%	9.445
NN-4	Madríz	San Lucas	San Lucas (Fin Zona Urbana)	Bco. de Mat. Loma La Reforma (Lím. Munic. San Lucas-Las Sabanas)	6.990	215	79,782.37	557,678.75	Regular	65,207.37	455,799.50	Regular	14,575.00	101,879.25	455,799.50	82%	100%	-
NN-3	Madríz	Somoto	Km. 128+310 (Somoto)	San José de Icalupe (Esc.)	29.560	92	79,782.37	2,358,366.77	Regular	65,207.37	1,927,529.77	Regular	14,575.00	430,837.00	1,927,529.77	82%	100%	-
NN-5	Madríz	Somoto	Somoto (Sector Nº 1)	Plan del Barro (Cerro Marimacho)(Lím. Munic. Somoto-Pueblo Nuevo)(Lím. Dptal. Madríz-Esteli)	9.180	50	79,782.37	732,402.13	Malo	61,837.37	567,667.03	Malo	17,945.00	164,735.10	567,667.03	78%	100%	-
	Madríz	Somoto	Km. 222+390 (Aguas Calientes)	El Aguacate	1.470	49	79,782.37	117,280.08	Malo	61,837.37	90,900.93	Malo	17,945.00	26,379.15	90,900.93	78%	100%	-
	Madríz	Yalagüina	Km. 204+865 (Yalagüina)(Ent. A Sub Estación Eléctrica)	La Muta (Quebrada El Jicote)	0.308	50	79,782.37	24,572.97	Malo	61,837.37	19,045.91	Malo	17,945.00	5,527.06	19,045.91	78%	100%	-
	Madríz	Yalagüina	Km. 209+840 (La Esperanza)	Antenas de Enitel (Cerro Quisuca)	4.000	50	79,782.37	319,129.47	Malo	61,837.37	247,349.47	Malo	17,945.00	71,780.00	247,349.47	78%	100%	-
NN-35	Estelí	Condega	Km. 185+300 (Condega)(Instituto Nacional)	El Peñasco (Escuela)	14.899	161	79,782.37	1,188,677.49	Regular	64,929.37	967,382.64	Regular	14,853.00	221,294.85	967,382.64	81%	100%	-
NIC- 3	Estelí	Condega	Nic. 3 Est. 108+398, del 03IS0000000 (Alc. De Conc. Triple 42*)(El Tule)(Lím. Munic. Yalí-Condega)(Lím. Dptal. Jinotega-Esteli)	Nic-1 Km 186+54 (Estadio de Baseball)(Condega)	30.555	176	79,782.37	2,437,750.22	Regular	64,929.37	1,983,916.81	Regular	14,853.00	453,833.42	1,983,916.81	81%	100%	-
	Estelí	Estelí	Km 135+985 (El Hato)(Emp. a INTERFOR)(Los Tres Laureles)	INTERFOR (Portón Metálico)	1.100	50	79,782.37	87,760.60	Malo	61,837.37	68,021.10	Malo	17,945.00	19,739.50	68,021.10	78%	100%	-
	Estelí	Estelí	Km. 139+720 (El Naranjo)	KM 3+965 del 01EE0100000 (Los Plancitos)	6.240	50	79,782.37	497,841.97	Malo	61,837.37	385,865.17	Malo	17,945.00	111,976.80	385,865.17	78%	100%	-
NIC- 35A	Estelí	Estelí	Km 145+445 (Bº Justo Flores)(Emp. A Estanzuela)(Esteli)	Cerro El Tisey (El Jalacate)(Lím. Munic. Esteli-San Nicolás)	11.600	68	79,782.37	925,475.46	Regular	64,929.37	753,180.66	Regular	14,853.00	172,294.80	753,180.66	81%	100%	-
NIC-35B	Estelí	Estelí	Km 149+700 (Gasolinera Uno)(Esteli)(Bº Sandino de Esteli)	El Sijul (Lím. Munic. Esteli- San Sebastián de Yalí)(Lím. Dptal. Esteli-Jinotega)	30.960	142	79,782.37	2,470,062.08	Regular	64,929.37	2,010,213.20	Regular	14,853.00	459,848.88	2,010,213.20	81%	100%	-



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA  
FACULTAD DE TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN  
PATRIMONIO NACIONAL DE CAMINOS REVESTIDOS

SECTOR "A" Información Básica de los Caminos							SECTOR "B" Valor Máximo Teórico		SECTOR "C" Valor Mínimo Permisible			SECTOR "D" Deficiencia de los Tramos			SECTOR "E" Resultados del Cálculo			
Nº de Ident. del Tramo	Identificación del Tramo				Longitud (Km)	Volumen de Tránsito TPDA (Veh/día)	Valor Unitario Nuevo (US \$/Km)	Valor Tramo Nuevo (US \$)	Estado Mín. Permisible	Valor Unitario Mín. Permisible (US \$/Km)	Valor Mín. Permisible del Tramo (US \$)	Estado Actual	Valor Unitario de Deficiencia (US \$/Km)	Valor de Deficiencia del Tramo (US \$)	Valor Actual del Tramo (US \$)	% Valor Actual Valor Máx. Teórico	% Valor Actual Valor Mín. Permisible	Tramos Peores que Económ. Permisible (Km)
	Depto.	Municipio	Origen	Destino														
NN-43	Estelí	Estelí	Km 13+110 (Emp. De Chilamatillo)	Las Mesas ( Embalse de Agua)(Lím. Munic. Estelí-La Concordia)(Lím. Dptal. Estelí-Jinotega)	7.100	64	79,782.37	566,454.81	Regular	64,929.37	460,998.51	Regular	14,853.00	105,456.30	460,998.51	81%	100%	-
NIC-32A	Estelí	Estelí	NIC-1 Km. 158+965 (La Sirena)	Alc. Conc. 24" (El Pino Núm. 2)(Cerro El Combate)(Lím. Munic. Estelí - San Juan de Limay)	10.120	103	79,782.37	807,397.55	Regular	64,929.37	657,085.19	Malo	19,540.00	197,744.80	609,652.75	76%	93%	10.12
NIC- 49A2	Estelí	Estelí	Est. 22+660 del 49LS0000000 (La Aceituna)(Lím. Munic. El Sauce-Estelí)(Lím. Dptal. León-Estelí)	Inter NIC 1 Km. 150+500 (Emp. A Bº El Rosario)(Estelí)	18.120	130	79,782.37	1,445,656.49	Regular	64,929.37	1,176,520.13	Regular	14,853.00	269,136.36	1,176,520.13	81%	100%	-
NN-46	Estelí	La Trinidad	NIC 1 Km. 124+410 (La Trinidad)(Bº San José)	Sacacilí (Lím. Munic. La Trinidad - San Rafael del Norte)(Lím. Dptal. Estelí - Jinotega)	29.246	200	79,782.37	2,333,315.10	Regular	64,929.37	1,898,924.27	Regular	14,853.00	434,390.84	1,898,924.27	81%	100%	-
NIC-38	Estelí	Pueblo Nuevo	Pueblo Nuevo (Costado de Iglesia Católica)	Banco Mat. (Los Llanos Nº 1)(Lím. Munic. Pueblo Nuevo-San Juan de Limay)	15.360	129	79,782.37	1,225,457.16	Regular	65,207.37	1,001,585.16	Regular	14,575.00	223,872.00	1,001,585.16	82%	100%	-
NN-7	Estelí	Pueblo Nuevo	NIC 38 km. 15+130 (Río Grande)	Qda. De Agua (Qda. Las Conchitas)(Alc. TMC 72")(Lím. Munic. Pueblo Nuevo- San Juan de Limay)	13.850	50	79,782.37	1,104,985.78	Malo	61,837.37	856,447.53	Regular	13,425.00	185,936.25	919,049.53	83%	107%	-
	Estelí	Pueblo Nuevo	Km. 6+340 (El Carao)	Santa Marta	3.600	50	79,782.37	287,216.52	Malo	61,837.37	222,614.52	Regular	13,425.00	48,330.00	238,886.52	83%	107%	-
NN-5	Estelí	Pueblo Nuevo	Est. 9+180 del 01DS0700000 (Plan de Barro)(Cerro Marimacho)(Lím. Munic. Somoto-Pueblo Nuevo)(Lím. Dptal. Madriz-Estelí)	Km. 17+580 del 38EP0000000 (San Antonio)(Emp. A Guasuyuca)	10.400	50	79,782.37	829,736.62	Malo	61,837.37	643,108.62	Regular	13,425.00	139,620.00	690,116.62	83%	107%	-
NIC-32A	Estelí	San Juan de Limay	Est. 13+120 del 32EE0000000 (Alc. Con. 24")(El Pino Nº 2 Cerro El Combate)(Lím. Munic. Estelí-San Juan de Limay)	Km. 41+800 del 38EJ0000000 (Emp. De Tranquera)	16.320	80	79,782.37	1,302,048.23	Regular	65,207.37	1,064,184.23	Malo	18,845.00	307,550.40	994,497.83	76%	93%	16.32
NIC-32B	Estelí	San Juan de Limay	Río Negro (Lím. Munic. San Fco. Del Norte- San Juan de Limay)(Lím. Dptal. Chinandega-Estelí)	Nic. 38 Km 50+040 (San Juan de Limay)(Emp. a San Fco.)	15.980	87	79,782.37	1,274,922.22	Regular	65,207.37	1,042,013.72	Bueno	10,011.00	159,975.78	1,114,946.44	87%	107%	-
NN-7	Estelí	San Juan de Limay	Est. 13+850 del 38EP0300000 (Qda. De Agua)(Qda. Las Conchitas)(Alc. TMC 72")(Lím. Munic. Pueblo Nuevo-San Juan de Limay)	km 18+780 del 32EJ0000000 (Emp. Sta. Pancha)(Finca Esparta)	4.650	50	79,782.37	370,988.01	Malo	61,837.37	287,543.76	Malo	17,945.00	83,444.25	287,543.76	78%	100%	-
NIC-38	Estelí	San Juan de Limay	Km. 30+770 del 38EP0000000 (Banco de Mat.)(Los Llanos Nº1)(Lím. Munic. Pueblo Nuevo-San Juan de Limay)	Alc. 24" Conc. (Las Brisas)(Lím. Munic. San Juan de Limay-Achuapa)(Lím. Dptal. Estelí-León)	20.800	29	79,782.37	1,659,473.23	Malo	61,837.37	1,286,217.23	Regular	13,425.00	279,240.00	1,380,233.23	83%	107%	-
NIC-35A	Estelí	San Nicolás	Est. 11+600 del 01EE0800000 (Cerro El Tisey)(El Jalacate)(Lím. Munic. Estelí-San Nicolás)	Km. 9+250 del 01EN100000 (San José de la Laguna)	4.850	73	79,782.37	386,944.48	Regular	64,929.37	314,907.43	Regular	14,853.00	72,037.05	314,907.43	81%	100%	-
	Chinandega	Chichigalpa	Est. 7+850 del 12LQ012000 (Pte. Mixto Río Mitapán ) (Lím. Munic. Quezalguaque-Chichigalpa)	Ingenio San Antonio	3.600	50	79,782.37	287,216.52	Malo	61,837.37	222,614.52	Regular	13,425.00	48,330.00	238,886.52	83%	107%	-
	Chinandega	Chinandega	Km. 5+380 (Emp. a El Ensayo)(Comarca La Concepción)	La Trocha (Antigua Colonia El Carmen)	7.700	50	79,782.37	614,324.23	Malo	61,837.37	476,147.73	Malo	17,945.00	138,176.50	476,147.73	78%	100%	-

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA  
FACULTAD DE TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN  
PATRIMONIO NACIONAL DE CAMINOS REVESTIDOS

SECTOR "A" Información Básica de los Caminos							SECTOR "B" Valor Máximo Teórico		SECTOR "C" Valor Mínimo Permisible			SECTOR "D" Deficiencia de los Tramos			SECTOR "E" Resultados del Cálculo			
N° de Ident. del Tramo	Identificación del Tramo				Longitud (Km)	Volumen de Tránsito TPDA (Veh/día)	Valor Unitario Nuevo (US \$/Km)	Valor Tramo Nuevo (US \$)	Estado Mín. Permisible	Valor Unitario Mín. Permisible (US \$/Km)	Valor Mín. Permisible del Tramo (US \$)	Estado Actual	Valor Unitario de Deficiencia (US \$/Km)	Valor de Deficiencia del Tramo (US \$)	Valor Actual del Tramo (US \$)	% Valor Actual Valor Máx. Teórico	% Valor Actual Valor Mín. Permisible	Tramos Peores que Económ. Permisible (Km)
	Depto.	Municipio	Origen	Destino														
	Chinandega	Chinandega	Km. 150+490 (Ranchería)	Tonalá	8.480	919	79,782.37	676,554.47	Regular	63,816.37	541,162.79	Bueno	11,333.00	96,103.84	580,450.63	86%	107%	-
	Chinandega	Chinandega	Km. 157+425 (Entrada La Laguna)	Hda. la Laguna	0.850	50	79,782.37	67,815.01	Malo	61,837.37	52,561.76	Bueno	8,945.00	7,603.25	60,211.76	89%	115%	-
NN-252	Chinandega	Chinandega	Km. 164+720 (Villa 15 de Julio)	Pte. La Mora (Lím. Munic. Chinandega-Telica)(Lím. Dptal. Chinandega-León)	16.350	72	79,782.37	1,304,441.70	Regular	65,486.37	1,070,702.10	Malo	18,149.00	296,736.15	1,007,705.55	77%	94%	16.35
	Chinandega	El Realejo	Km. 142+030 (San Isidro)	Finca Las Chilenas	7.900	50	79,782.37	630,280.70	Malo	61,837.37	488,515.20	Regular	13,425.00	106,057.50	524,223.20	83%	107%	-
NIC-12B	Chinandega	El Viejo	Km. 136+690 del 12HH06000000 (Nic. 12)(Santuario de la Virgen del Camino)(Lím. Munic. Chinandega-El Viejo)	Potosí (Puerto)	14.860	131	79,782.37	1,185,565.97	Regular	65,486.37	973,127.41	Malo	18,149.00	269,694.14	915,871.83	77%	94%	14.86
	Chinandega	El Viejo	Km. 138+040 (EL Viejo)	Punta de Plancha	1.070	50	79,782.37	85,367.13	Malo	61,837.37	66,165.98	Regular	13,425.00	14,364.75	71,002.38	83%	107%	-
	Chinandega	El Viejo	Km. 148+830 (Entrada a Ingenio Monte Rosa)	Ingenio Monte Rosa	0.465	50	79,782.37	37,098.80	Malo	61,837.37	28,754.38	Bueno	8,945.00	4,159.43	32,939.38	89%	115%	-
NN-260	Chinandega	El Viejo	Est. 3+600 del 12HH07000000 (La Tejana) (Lím. Municipal El Viejo-Chinandega)	Km. 150+690 (Empalme a Santa Martha)	7.810	190	79,782.37	623,100.29	Regular	65,486.37	511,448.53	Regular	14,296.00	111,651.76	511,448.53	82%	100%	-
NIC- 58	Chinandega	El Viejo	Km. 167+610 (Empalme a Jiquilillo)	Bocana Padre Ramos	8.300	48	79,782.37	662,193.65	Malo	61,837.37	513,250.15	Regular	13,425.00	111,427.50	550,766.15	83%	107%	-
NN-265	Chinandega	El Viejo	Km. 193+600 (Empalme de Cosigüina)(Entrada a Punta Nata)	Punta Nata (Escuela)	5.565	191	79,782.37	443,988.87	Regular	65,486.37	364,431.63	Malo	18,149.00	100,999.19	342,989.69	77%	94%	5.565
	Chinandega	El Viejo	Km. 5+300 (Empalme Linda Vista)	Ingenio Monte Rosa	8.000	50	79,782.37	638,258.94	Malo	61,837.37	494,698.94	Regular	13,425.00	107,400.00	530,858.94	83%	107%	-
NN-262	Chinandega	Puerto Morazán	km. 9+430 (Emp. Cuatro Esquinas de Amayo)	El Limonal (Camino a El Cacao)	2.730	327	79,782.37	217,805.86	Regular	65,486.37	178,777.78	Regular	14,296.00	39,028.08	178,777.78	82%	100%	-
NIC-32B	Chinandega	San Francisco del Norte	Est. 35+990 (Del 32HC00000000)(Río Gallo)(Lím. Munic. Cinco Pinos- San Fco. del Norte)	Km. 52+800 (Río Negro)(Lím. Munic. San Fco. Del Norte- San Juan de Limay)	6.640	531	79,782.37	529,754.92	Regular	63,816.37	423,740.68	Malo	20,653.00	137,135.92	392,619.00	74%	93%	6.64
NIC-32C	Chinandega	Somotillo	Est. 2+790 del 24HN13000000 (Emp. Cayanlipe)(Santa Pascuala)(Lím. Munic. Villa Nueva-Somotillo)	Palo Grande (Acceso a Esc.)	18.360	96	79,782.37	1,464,804.26	Regular	65,486.37	1,202,329.70	Malo	18,149.00	333,215.64	1,131,588.62	77%	94%	18.36
NN-272	Chinandega	Somotillo	Km. 1+090 (Emp. A Rodeo Grande)	La Batea (Camino a la Pimienta)	22.970	51	79,782.37	1,832,600.97	Regular	65,486.37	1,504,221.85	Regular	14,296.00	328,379.12	1,504,221.85	82%	100%	-



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA  
FACULTAD DE TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN  
PATRIMONIO NACIONAL DE CAMINOS REVESTIDOS

SECTOR "A" Información Básica de los Caminos							SECTOR "B" Valor Máximo Teórico		SECTOR "C" Valor Mínimo Permisible			SECTOR "D" Deficiencia de los Tramos			SECTOR "E" Resultados del Cálculo			
Nº de Ident. del Tramo	Identificación del Tramo				Longitud (Km)	Volumen de Tránsito TPDA (Veh/día)	Valor Unitario Nuevo (US \$/Km)	Valor Tramo Nuevo (US \$)	Estado Mín. Permisible	Valor Unitario Mín. Permisible (US \$/Km)	Valor Mín. Permisible del Tramo (US \$)	Estado Actual	Valor Unitario de Deficiencia (US \$/Km)	Valor de Deficiencia del Tramo (US \$)	Valor Actual del Tramo (US \$)	% Valor Actual Valor Máx. Teórico	% Valor Actual Valor Mín. Permisible	Tramos Peores que Económ. Permisible (Km)
	Depto.	Municipio	Origen	Destino														
	Chinandega	Villa Nueva	Km. 171+165 (El Marimbero)	Finca El Jicote (Lím. Munic. Villanueva-Somotillo)	5.440	50	79,782.37	434,016.08	Malo	61,837.37	336,395.28	Malo	17,945.00	97,620.80	336,395.28	78%	100%	-
	Chinandega	Villa Nueva	Km. 178+560 (Empalme de Israel)	Caserío El Bonete	8.835	81	79,782.37	704,877.21	Regular	65,486.37	578,572.05	Regular	14,296.00	126,305.16	578,572.05	82%	100%	-
NIC-49A1	Chinandega	Villa Nueva	Km. 185+700 (El Escudo)	Alc. Doble 30" (Las Garzas)(Lím. Munic. Villanueva-El Sauce)(Lím. Dptal. Chinandega-León)	25.980	93	79,782.37	2,072,745.89	Regular	65,486.37	1,701,335.81	Regular	14,296.00	371,410.08	1,701,335.81	82%	100%	-
NN- 269	Chinandega	Villa Nueva	Km. 188+520 (Emplame Cayanlipe)	Cayanlipe (Después de la Igl. Católica 120 mts. está el límite)	9.500	50	79,782.37	757,932.49	Malo	61,837.37	587,454.99	Malo	17,945.00	170,477.50	587,454.99	78%	100%	-
NN-270	Chinandega	Villa Nueva	Villa Nueva (Parque)	Las Pilas (Iglesia Católica)	5.890	98	79,782.37	469,918.14	Regular	65,486.37	385,714.70	Regular	14,296.00	84,203.44	385,714.70	82%	100%	-
NIC-32C	Chinandega	Villa Nueva	Km. 194-370 (Empalme a Palo Grande)	Empalme Cayanlipe (Sta. Pascuala)(Lím. Municip. Villa nueva-Somotillo)	2.790	58	79,782.37	222,592.80	Regular	65,486.37	182,706.96	Regular	14,296.00	39,885.84	182,706.96	82%	100%	-
NIC -38	León	Achuapa	Est. 55+570 Del 38EJ0000000 (Alc. 24" Conc.)(Las Brisas)(Lím. Munic. San Juan de Limay - Achuapa)(Lím. Deptal. Esteli - León)	Puente Río Grande (Lím. Munic. Achuapa-El Sauce)	5.565	647	79,782.37	443,988.87	Regular	63,816.37	355,138.08	Malo	20,653.00	114,933.95	329,054.93	74%	93%	5.565
NN-40	León	Achuapa	NIC 38 Km. 52+825 (Achuapa)	Nic. 49 Km. 21+120 (La Aceituna)	16.170	45	79,782.37	1,290,080.87	Malo	61,837.37	999,910.22	Malo	17,945.00	290,170.65	999,910.22	78%	100%	-
NIC-35C	León	El Jicaral	Km 163+800 (El Jicaral)	Puente Mixto Las Rastras (Límite municipal El Jicaral-Santa Rosa del Peñón)	3.480	142	79,782.37	277,642.64	Regular	65,486.37	227,892.56	Regular	14,296.00	49,750.08	227,892.56	82%	100%	-
NIC-70A	León	El Jicaral	Est. 49+120 (Puente la Mojarra) (Límite municipal San Francisco Libre-El Jicaral)	Km 154+400 Los Zarzales (Tamarindo)	13.340	363	79,782.37	1,064,296.78	Regular	65,486.37	873,588.14	Regular	14,296.00	190,708.64	873,588.14	82%	100%	-
NN-146	León	El Jicaral	Km. 53+240 (Empalme La Quebrada)	Puente Mixto Cuatro Palos (Río Sinecapa) (Límite municipal El Jicaral-La Paz Centro)	2.125	50	79,782.37	169,537.53	Malo	61,837.37	131,404.40	Malo	17,945.00	38,133.13	131,404.40	78%	100%	-
NIC-49A1	León	El Sauce	Est. 25 +980 del 24HN0400000 (Alc. Doble 30") (Las Garzas) (Límite municipal Villanueva-El Sauce) (Límite departamental Chinandega-León)	El Sauce (Inter Nic 38)	15.150	104	79,782.37	1,208,702.86	Regular	65,486.37	992,118.46	Bueno	9,594.00	145,349.10	1,063,353.76	88%	107%	-
NIC-49A2	León	El Sauce	Kn. 89+150 del 38LS0000000 (El Sauce)	Est. 22+660 del 49LS0000000 (La Aceituna) (Límite municipal El Sauce-Esteli) (Límite departamental León-Esteli)	22.660	80	79,782.37	1,807,868.44	Regular	65,207.37	1,477,598.94	Malo	18,845.00	427,027.70	1,380,840.74	76%	93%	22.66
NN-41	León	El Sauce	Km. 12+700 (Petaquí)	Salale (Camino a la Montañita)	4.860	46	79,782.37	387,742.30	Malo	61,837.37	300,529.60	Regular	13,425.00	65,245.50	322,496.80	83%	107%	-
NIC-22	León	La Paz Centro	Nic. 28 Km. 54+470 (La Paz Centro)	Empalme La Fuente (Lím. Munic. La Paz Centro- Larreynaga)	13.825	184	79,782.37	1,102,991.22	Regular	65,486.37	905,349.02	Regular	14,296.00	197,642.20	905,349.02	82%	100%	-

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA  
FACULTAD DE TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN  
PATRIMONIO NACIONAL DE CAMINOS REVESTIDOS

SECTOR "A" Información Básica de los Caminos							SECTOR "B" Valor Máximo Teórico		SECTOR "C" Valor Mínimo Permisible			SECTOR "D" Deficiencia de los Tramos			SECTOR "E" Resultados del Cálculo			
N° de Ident. del Tramo	Identificación del Tramo				Longitud (Km)	Volumen de Tránsito TPDA (Veh/día)	Valor Unitario Nuevo (US \$/Km)	Valor Tramo Nuevo (US \$)	Estado Mín. Permisible	Valor Unitario Mín. Permisible (US \$/Km)	Valor Mín. Permisible del Tramo (US \$)	Estado Actual	Valor Unitario de Deficiencia (US \$/Km)	Valor de Deficiencia del Tramo (US \$)	Valor Actual del Tramo (US \$)	% Valor Actual Valor Máx. Teórico	% Valor Actual Valor Mín. Permisible	Tramos Peores que Económ. Permisible (Km)
	Depto.	Municipio	Origen	Destino														
NN-236	León	La Paz Centro	Km. 13+410 (Empalme a Planta Geotérmica Momotombo)(Emp. Boquerón)	Puesto de Control EL Boquerón	6.390	50	79,782.37	509,809.32	Malo	61,837.37	395,140.77	Malo	17,945.00	114,668.55	395,140.77	78%	100%	-
NIC-22	León	Larreynaga	Est. 24+595 del 22LP0000000 (Empalme La Fuente) (Límite municipal La Paz Centro-Larreynaga)	Nic. 26 Km. 126+150 (Malpaisillo)	13.479	184	79,782.37	1,075,386.52	Regular	65,486.37	882,690.74	Regular	14,296.00	192,695.78	882,690.74	82%	100%	-
NIC-68	León	Larreynaga	Est. 10+810 del 26LT0300000 (Puente de Madera EL Cuadro N°1) (Límite municipal Telica-Larreynaga)	Nic. 68 Km. 24+100 (Comarca Lourdes)(San Nicolás) (Límite departamental León-Chinandega) (Límite municipal León-Larreynaga)	10.285	113	79,782.37	820,561.64	Regular	65,486.37	673,527.28	Regular	14,296.00	147,034.36	673,527.28	82%	100%	-
NN-254	León	Larreynaga	Nic. 68 Km. 21+270 (Mina El Limón)	Mina Santa Pancha (Acceso a Instituto de Santa Pancha)	5.330	93	79,782.37	425,240.02	Regular	65,486.37	349,042.34	Regular	14,296.00	76,197.68	349,042.34	82%	100%	-
NIC-60	León	León	Km. 78+220 (Empalme a Salinas Grandes)	Salinas Grandes (Balneario)	12.070	158	79,782.37	962,973.17	Regular	65,486.37	790,420.45	Malo	18,149.00	219,058.43	743,914.74	77%	94%	12.07
NIC-44	León	León	Km. 91+030 (León)	Est. 20+000 del 22LP0500000 (Lím. Munic. León-La Paz Centro)	5.970	240	79,782.37	476,300.73	Regular	65,486.37	390,953.61	Malo	18,149.00	108,349.53	367,951.20	77%	94%	5.97
NN-248	León	León	Km. 92 +665 (León)(Empalme a Leche Cuagos)(Posada del Sol)	Comarca Lechecuagos (Sector de La Hermita)(Entrada a Los Chávez)	7.140	240	79,782.37	569,646.10	Regular	65,486.37	467,572.66	Regular	14,296.00	102,073.44	467,572.66	82%	100%	-
NN-242	León	León	Km. 0+310 (León)(Cementerio San Sebastián)	Río Quezalguaque	11.300	280	79,782.37	901,540.75	Regular	65,207.37	736,843.25	Malo	18,845.00	212,948.50	688,592.25	76%	93%	11.3
NN-232	León	Nagarote	Km. 41+790 (Nagarote)(Segunda Entrada)(B° Orlando Cáceres)	Nic. 12 Km. 40+220 (Venecia)	2.950	141	79,782.37	235,357.98	Regular	65,486.37	193,184.78	Regular	14,296.00	42,173.20	193,184.78	82%	100%	-
NIC-40	León	Nagarote	Nic. 12 Km. 44+610 (Empalme a El Tránsito)	Km. 7+490 del Camino 52LN0100000 (La Gloria)	12.085	181	79,782.37	964,169.90	Regular	65,486.37	791,402.74	Bueno	9,594.00	115,943.49	848,226.41	88%	107%	-
NN-258	León	Quezalguaque	Quezalguaque (Antigua Estación Férrea)	Cruce Río Quezalguaque (Lím. Munic. Quezalguaque-León)	5.670	50	79,782.37	452,366.02	Malo	61,837.37	350,617.87	Regular	13,425.00	76,119.75	376,246.27	83%	107%	-
	León	Quezalguaque	km. 5+670 (Punta Caliente)	Puente Mixto Río Mitapán (Límite departamental León-Chinandega) (Límite municipal Quezalguaque-Chichigalpa)	2.180	50	79,782.37	173,925.56	Malo	61,837.37	134,805.46	Regular	13,425.00	29,266.50	144,659.06	83%	107%	-
NIC-35C	León	Santa Rosa del Peñón	Est. 4+480 del 35LI0000000(Puente Mixto Las Rastras) (Límite municipal El Jicaral-Santa Rosa del Peñón)	Santa Rosa del Peñón	3.770	85	79,782.37	300,779.52	Regular	65,207.37	245,831.77	Regular	14,575.00	54,947.75	245,831.77	82%	100%	-
NN-252	León	Telica	Est. 16+350 del 24HH1100000 (Puente La Mora) (Límite municipal Chinandega-Telica) (Límite departamental Chinandega-León)	Empalme a Las Marías	13.470	72	79,782.37	1,074,668.48	Regular	65,486.37	882,101.36	Regular	14,296.00	192,567.12	882,101.36	82%	100%	-
NIC-68	León	Telica	Km. 119+240 (Empalme a Mina El Limón)	Puente de madera EL Cuadro N°1 (Lím. Munic. Telica - Larreynaga)	10.810	333	79,782.37	862,447.39	Regular	65,486.37	707,907.63	Regular	14,296.00	154,539.76	707,907.63	82%	100%	-



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA  
FACULTAD DE TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN  
PATRIMONIO NACIONAL DE CAMINOS REVESTIDOS

SECTOR "A" Información Básica de los Caminos							SECTOR "B" Valor Máximo Teórico		SECTOR "C" Valor Mínimo Permisible			SECTOR "D" Deficiencia de los Tramos			SECTOR "E" Resultados del Cálculo			
Nº de Ident. del Tramo	Identificación del Tramo				Longitud (Km)	Volumen de Tránsito TPDA (Veh/día)	Valor Unitario Nuevo (US \$/Km)	Valor Tramo Nuevo (US \$)	Estado Mín. Permisible	Valor Unitario Mín. Permisible (US \$/Km)	Valor Mín. Permisible del Tramo (US \$)	Estado Actual	Valor Unitario de Deficiencia (US \$/Km)	Valor de Deficiencia del Tramo (US \$)	Valor Actual del Tramo (US \$)	% Valor Actual Valor Máx. Teórico	% Valor Actual Valor Mín. Permisible	Tramos Peores que Económ. Permisible (Km)
	Depto.	Municipio	Origen	Destino														
	Managua	El Crucero	Km. 25+480 (El Crucero)	Hacienda Atenas	0.310	50	79,782.37	24,732.53	Malo	61,837.37	19,169.58	Malo	17,945.00	5,562.95	19,169.58	78%	100%	-
	Managua	Managua	Km. 9+480 (Cementerio de Nejapa)	Estadio de Chiquilistagua	0.230	50	79,782.37	18,349.94	Malo	61,837.37	14,222.59	Malo	17,945.00	4,127.35	14,222.59	78%	100%	-
NIC-46	Managua	Mateare	Xiloá (Fin de Adoquinado)	Nic. 28 Km. 23+890 (Mateare)	24.140	1,123	79,782.37	1,925,946.34	Regular	61,868.37	1,493,502.38	Malo	22,044.00	532,142.16	1,393,804.18	72%	93%	24.14
	Managua	Mateare	Km. 2+240 (Miraflores)	Nic. 46 Km. 28+760 (Buena Vista)(Mateare)	10.270	50	79,782.37	819,364.91	Malo	61,837.37	635,069.76	Malo	17,945.00	184,295.15	635,069.76	78%	100%	-
	Managua	Mateare	Km. 3+890 (Comarca Alfonso González)(Los Castros)	Los Brasiles	1.080	50	79,782.37	86,164.96	Malo	61,837.37	66,784.36	Malo	17,945.00	19,380.60	66,784.36	78%	100%	-
NIC-70A	Managua	San Fco. Libre	Est. 7+770 del 70MT0000000 (Puente El Estero)(Reparto La Palmita) (Límite municipal Tipitapa-San Francisco Libre)	Puente La Mojara (Lím. Munic. San Fco. Libre-El Jicaral)	27.117	94	79,782.37	2,163,458.45	Regular	65,207.37	1,768,228.17	Regular	14,575.00	395,230.28	1,768,228.17	82%	100%	-
	Managua	San Rafael del Sur	Km. 34+670 (Pochomil)	Río Tecolapa (Lím. Munic. San Rafel del Sur-Diriamba) (Límite departamental Managua-Carazo)	9.100	50	79,782.37	726,019.54	Malo	61,837.37	562,720.04	Regular	13,425.00	122,167.50	603,852.04	83%	107%	-
NIC-34A	Managua	San Rafael del Sur	Nic. 10 Km. 20+445 (San Cayetano)	Nic. 8 Km. 19+625 Barrio El 45 (San Rafael)	9.090	1,017	79,782.37	725,221.72	Regular	61,868.37	562,383.46	Regular	17,914.00	162,838.26	562,383.46	78%	100%	-
NIC-34B	Managua	San Rafael del Sur	Nic. 8 Km. 19+625 Barrio El 45 (San Rafael)	Puente Los Velázquez (Lím. Munic. San Rafael del Sur-Diriamba)(Lím. Dptal. Managua-Carazo)	5.980	1,325	79,782.37	477,098.55	Regular	61,868.37	369,972.83	Regular	17,914.00	107,125.72	369,972.83	78%	100%	-
NIC-73	Managua	Tipitapa	Km. 8+975 (Tipitapa)	Hacienda San Juan	8.400	559	79,782.37	670,171.88	Regular	63,816.37	536,057.48	Regular	15,966.00	134,114.40	536,057.48	80%	100%	-
NN-149	Managua	Tipitapa	Km. 26+535 (Empalme a Ingenio Victoria de Julio)	San Nicolás (Camino Las Lajas) (Límite municipal Tipitapa-Granada)(Límite departamental Managua-Granada)	10.580	66	79,782.37	844,097.44	Regular	65,486.37	692,845.76	Malo	18,149.00	192,016.42	652,081.02	77%	94%	10.58
NIC-70A	Managua	Tipitapa	Km. 41+335 (Quebrada Honda)	Puente El Estero (Río La Palmita)(Lím. Munic. Tipitapa-San Fco. Libre)	7.770	233	79,782.37	619,908.99	Regular	65,486.37	508,829.07	Malo	18,149.00	141,017.73	478,891.26	77%	94%	7.77
NN-279	Managua	Villa El Carmen	Km. 9+265 (Empalme de Samaria)	Balneario San Martín	3.877	449	79,782.37	309,316.24	Regular	65,207.37	252,808.96	Regular	14,575.00	56,507.28	252,808.96	82%	100%	-
NIC-11B	Masaya	Catarina	Km. 2+560 (Plan de la Laguna)	Quinta Sexta Barqueña	0.140	50	79,782.37	11,169.53	Malo	61,837.37	8,657.23	Malo	17,945.00	2,512.30	8,657.23	78%	100%	-
NIC-20A	Masaya	Nindirí	Km. 2+600 del 01MT0101000 Camino a Hacienda El Paraíso (Lím Munic. Nindirí-Tipitapa) (Lím. Dptal. Masaya- Managua)	NIC 4 Km. 14+245 (Empalme a Veracruz)(El Arroyo)	4.650	113	79,782.37	370,988.01	Regular	65,486.37	304,511.61	Regular	14,296.00	66,476.40	304,511.61	82%	100%	-



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA  
FACULTAD DE TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN  
PATRIMONIO NACIONAL DE CAMINOS REVESTIDOS

SECTOR "A" Información Básica de los Caminos							SECTOR "B" Valor Máximo Teórico		SECTOR "C" Valor Mínimo Permisible			SECTOR "D" Deficiencia de los Tramos			SECTOR "E" Resultados del Cálculo				
Nº de Ident. del Tramo	Identificación del Tramo				Longitud (Km)	Volumen de Tránsito TPDA (Veh/día)	Valor Unitario Nuevo (US \$/Km)	Valor Tramo Nuevo (US \$)	Estado Mín. Permisible	Valor Unitario Mín. Permisible (US \$/Km)	Valor Mín. Permisible del Tramo (US \$)	Estado Actual	Valor Unitario de Deficiencia (US \$/Km)	Valor de Deficiencia del Tramo (US \$)	Valor Actual del Tramo (US \$)	% Valor Actual Valor Máx. Teórico	% Valor Actual Valor Mín. Permisible	Tramos Peores que Económ. Permisible (Km)	
	Depto.	Municipio	Origen	Destino															
NN-187	Granada	Granada	Barrio Palmira (Granada)	Astillero EL Diamante (Portón)(Las Isletas)	2.810	57	79,782.37	224,188.45	Regular	65,486.37	184,016.69	Malo		18,149.00	50,998.69	173,189.76	77%	94%	2.81
	Granada	Granada	Km. 0+930 (Miravalle)	Hacienda San Joaquín (Volcán Mombacho)	1.355	50	79,782.37	108,105.11	Malo	61,837.37	83,789.63	Malo		17,945.00	24,315.48	83,789.63	78%	100%	-
NIC-39	Granada	Granada	Granada (Instituto Nacional de Oriente)	Río Acoto (Lím. Munic. Granada-San Lorenzo)(Lím. Dptal. Granada-Boaco)	22.590	50	79,782.37	1,802,283.67	Malo	61,837.37	1,396,906.12	Regular		13,425.00	303,270.75	1,499,012.92	83%	107%	-
	Granada	Granada	Km. 28+705 (Malacatoya)	El Tepalón (Sector El Porvenir)	3.800	50	79,782.37	303,172.99	Malo	61,837.37	234,981.99	Malo		17,945.00	68,191.00	234,981.99	78%	100%	-
NN-149	Granada	Granada	San Nicolás (Camino a Las Lajas)(Lím. Munic. Granada-Tipitapa)(Lím. Dptal Granada-Managua)	Km 28+500 de la NIC 39 (Malacatoya)	17.905	66	79,782.37	1,428,503.28	Regular	65,486.37	1,172,533.40	Malo		18,149.00	324,957.85	1,103,545.44	77%	94%	17.905
NN-207	Granada	Nandaime	Insituto de Nandaime (Entrada a Las Mercedes)	El Eslabón (Alc. Conc. Doble 24")(Lím. Munic. Nandaime-Santa Teresa)(Lím. Dptal. Granada-Carazo)	5.780	285	79,782.37	461,142.08	Regular	65,486.37	378,511.20	Malo		18,149.00	104,901.22	356,240.86	77%	94%	5.78
NIC-34B	Carazo	Diriamba	Est. 8+180 del 34MS000000 (Puente Mixto El Pastal)(o Puente Los Velázquez)(Límite municipal San Rafael del Sur-Diriamba)(Límite departamental Managua-Carazo)	La Trinidad (NIC 18B-Intersección de carretera)	10.920	445	79,782.37	871,223.45	Regular	65,207.37	712,064.45	Malo		18,845.00	205,787.40	665,436.05	76%	93%	10.92
	Carazo	La Conquista	Km. 11+790 (Paso de La Solera)	Caja Doble Conc. (Qda. Macho Viejo)(Lím. Munic. La Conquista-Santa Teresa)	2.670	50	79,782.37	213,018.92	Malo	61,837.37	165,105.77	Malo		17,945.00	47,913.15	165,105.77	78%	100%	-
	Carazo	San Marcos	km. 3+190 (El Mojón)	Camino a Masatepe (Lím. Munic. San Marcos-Masatepe)(Lím. Dptal. Carazo - Masaya)	0.985	50	79,782.37	78,585.63	Malo	61,837.37	60,909.81	Malo		17,945.00	17,675.83	60,909.81	78%	100%	-
	Carazo	Santa Teresa	Est. 2+670 del 02CC0203050 (Caja Doble Conc.)(Qda. Macho Viejo) (Límite municipal La Conquista-Santa Teresa)	Río Escalante (Límite municipal Santa Teresa-Tola)(Límite Dptal. Carazo-Rivas)	1.280	50	79,782.37	102,121.43	Malo	61,837.37	79,151.83	Malo		17,945.00	22,969.60	79,151.83	78%	100%	-
NIC-64	Rivas	Atlagracia	Est. 11+080 (Estadio de San José del Sur) (San José del Sur) (Lím. Munic. Moyogalpa-Atlagracia)	Km. 34+108 (Alc. TMC 36")(La Flor) (Lím. Munic. Atlagracia-Moyogalpa)	11.190	581	79,782.37	892,764.69	Regular	62,981.37	704,761.50	Regular		16,801.00	188,003.19	704,761.50	79%	100%	-
	Rivas	Atlagracia	Km. 33+500 (La Flor)	San Marcos	1.830	47	79,782.37	146,001.73	Malo	61,837.37	113,162.38	Regular		13,425.00	24,567.75	121,433.98	83%	107%	-
NN-211	Rivas	Belén	Km. 81+470 (Puente Ochomogo) (El Caimito)	Alc. Doble Conc. 42" (San Luis)(Lím. Munic. Belén-La Tola)	4.880	94	79,782.37	389,337.95	Regular	65,486.37	319,573.47	Regular		14,296.00	69,764.48	319,573.47	82%	100%	-
NN-212	Rivas	Belén	Km. 84+310 (El Amparo)	Km. 13+440 del 02RB0100000 (San Pedro)	7.530	50	79,782.37	600,761.22	Malo	61,837.37	465,635.37	Regular		13,425.00	101,090.25	499,670.97	83%	107%	-
NN-214	Rivas	Belén	Belén (Casa de Justicia)	Mata de Caña (Camino a Cantimplora)	12.420	78	79,782.37	990,897.00	Regular	65,486.37	813,340.68	Malo		18,149.00	225,410.58	765,486.42	77%	94%	12.42

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA  
FACULTAD DE TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN  
PATRIMONIO NACIONAL DE CAMINOS REVESTIDOS

SECTOR "A" Información Básica de los Caminos							SECTOR "B" Valor Máximo Teórico		SECTOR "C" Valor Mínimo Permisible			SECTOR "D" Deficiencia de los Tramos			SECTOR "E" Resultados del Cálculo			
N° de Ident. del Tramo	Identificación del Tramo				Longitud (Km)	Volumen de Tránsito TPDA (Veh/día)	Valor Unitario Nuevo (US \$/Km)	Valor Tramo Nuevo (US \$)	Estado Mín. Permisible	Valor Unitario Mín. Permisible (US \$/Km)	Valor Mín. Permisible del Tramo (US \$)	Estado Actual	Valor Unitario de Deficiencia (US \$/Km)	Valor de Deficiencia del Tramo (US \$)	Valor Actual del Tramo (US \$)	% Valor Actual Valor Máx. Teórico	% Valor Actual Valor Mín. Permisible	Tramos Peores que Económ. Permisible (Km)
	Depto.	Municipio	Origen	Destino														
	Rivas	Buenos Aires	Km. 3+230 (Buenos Aires)	Ingenio Benjamín Zeledón	3.100	50	79,782.37	247,325.34	Malo	61,837.37	191,695.84	Malo	17,945.00	55,629.50	191,695.84	78%	100%	-
	Rivas	Buenos Aires	Buenos Aires	El Pital	2.190	50	79,782.37	174,723.38	Malo	61,837.37	135,423.83	Regular	13,425.00	29,400.75	145,322.63	83%	107%	-
	Rivas	Buenos Aires	Est. 1+550 del 02RR0400000 (Candelaria)	B° El Cocal	1.600	50	79,782.37	127,651.79	Malo	61,837.37	98,939.79	Malo	17,945.00	28,712.00	98,939.79	78%	100%	-
	Rivas	Buenos Aires	Est. 1+330 Hacienda Nahualapa (Lim. Munic. San Jorge-Buenos Aires)	Tolesmaida	2.840	50	79,782.37	226,581.92	Malo	61,837.37	175,618.12	Regular	13,425.00	38,127.00	188,454.92	83%	107%	-
NN-223	Rivas	Cárdenas	Est. 22+825 del 16RR0100000 (Caja Triple)(Río Ostayo) (Límite municipal Rivas-Cárdenas)	Nic. 02 Km. 142+790 (Sapoá)	4.415	50	79,782.37	352,239.15	Malo	61,837.37	273,011.98	Malo	17,945.00	79,227.18	273,011.98	78%	100%	-
NIC-66	Rivas	Cárdenas	Km. 14+760 (Estadio de Cárdenas)(Empalme a Cárdenas)	Colón Viejo	2.760	253	79,782.37	220,199.33	Regular	65,207.37	179,972.33	Regular	14,575.00	40,227.00	179,972.33	82%	100%	-
NIC-64	Rivas	Moyogalpa	Est. 34+108 (Aic. TMC 36") (La Flor) (Lim.Munic. Altagracia- Moyogalpa)	Moyogalpa (Iglesia Católica Sta. Ana)	6.362	384	79,782.37	507,575.42	Regular	65,207.37	414,849.27	Regular	14,575.00	92,726.15	414,849.27	82%	100%	-
NN-217	Rivas	Potosí	Km. 84+487 (Pica Pica) (Entrada a El Mencho)	El Mencho (Centro de Salud)	8.420	164	79,782.37	671,767.53	Regular	65,486.37	551,395.21	Regular	14,296.00	120,372.32	551,395.21	82%	100%	-
	Rivas	Potosí	Km. 1+390 (Potosí)	El Pegón	2.500	50	79,782.37	199,455.92	Malo	61,837.37	154,593.42	Malo	17,945.00	44,862.50	154,593.42	78%	100%	-
	Rivas	Potosí	Km. 2+125 (Potosí)	Sabana Grande	1.260	50	79,782.37	100,525.78	Malo	61,837.37	77,915.08	Malo	17,945.00	22,610.70	77,915.08	78%	100%	-
	Rivas	Potosí	Km. 106+070 (Los Jijotes)	El Limonal	2.045	50	79,782.37	163,154.94	Malo	61,837.37	126,457.42	Regular	13,425.00	27,454.13	135,700.82	83%	107%	-
	Rivas	Potosí	Km. 3+810 (Potosí)	Ingenio Benjamín Zeledón	2.600	50	79,782.37	207,434.15	Malo	61,837.37	160,777.15	Regular	13,425.00	34,905.00	172,529.15	83%	107%	-
	Rivas	Rivas	Km. 108+046 (Los Cocos)	Km. 0+760 del 02RP1000000 (Colonia Ulloa)	0.650	50	79,782.37	51,858.54	Malo	61,837.37	40,194.29	Regular	13,425.00	8,726.25	43,132.29	83%	107%	-
	Rivas	Rivas	Km. 108+632 (Fundación López Carazo)	NIC 62 m. 1+200 (B° Pedro Espinoza)	0.416	37	79,782.37	33,189.46	Malo	61,837.37	25,724.34	Regular	13,425.00	5,584.80	27,604.66	83%	107%	-
	Rivas	Rivas	Km. 108+632 (Fundación López Carazo)	NIC 02 Km. 106+065 (Los Jijotes)	1.500	43	79,782.37	119,673.55	Malo	61,837.37	92,756.05	Regular	13,425.00	20,137.50	99,536.05	83%	107%	-



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA  
FACULTAD DE TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN  
PATRIMONIO NACIONAL DE CAMINOS REVESTIDOS

SECTOR "A" Información Básica de los Caminos							SECTOR "B" Valor Máximo Teórico		SECTOR "C" Valor Mínimo Permisible			SECTOR "D" Deficiencia de los Tramos			SECTOR "E" Resultados del Cálculo			
N° de Ident. del Tramo	Identificación del Tramo				Longitud (Km)	Volumen de Tránsito TPDA (Veh/día)	Valor Unitario Nuevo (US \$/Km)	Valor Tramo Nuevo (US \$)	Estado Mín. Permisible	Valor Unitario Mín. Permisible (US \$/Km)	Valor Mín. Permisible del Tramo (US \$)	Estado Actual	Valor Unitario de Deficiencia (US \$/Km)	Valor de Deficiencia del Tramo (US \$)	Valor Actual del Tramo (US \$)	% Valor Actual Valor Máx. Teórico	% Valor Actual Valor Mín. Permisible	Tramos Peores que Económ. Permisible (Km)
	Depto.	Municipio	Origen	Destino														
	Rivas	Rivas	Km. 109+480 Emp. a Popoyuapa	Popoyuapa	1.600	48	79,782.37	127,651.79	Malo	61,837.37	98,939.79	Regular	13,425.00	21,480.00	106,171.79	83%	107%	-
	Rivas	Rivas	Km. 110+980 (Rivas)	B° El progreso (San Jorge)	2.630	33	79,782.37	209,827.63	Malo	61,837.37	162,632.28	Regular	13,425.00	35,307.75	174,519.88	83%	107%	-
	Rivas	Rivas	Km. 1+180 (Popoyuapa)	Candelaria	0.440	50	79,782.37	35,104.24	Malo	61,837.37	27,208.44	Regular	13,425.00	5,907.00	29,197.24	83%	107%	-
	Rivas	Rivas	Km. 115+435 (Empalme a Santa Fe)	El Genízaro (Níc. 16 Km. 3+810)	4.700	50	79,782.37	374,977.12	Malo	61,837.37	290,635.62	Regular	13,425.00	63,097.50	311,879.62	83%	107%	-
NN-223	Rivas	Rivas	Km. 3+810 (El Genízaro) (Entrada a Las Pampas)	Caja Triple Río Ostayo (Lím. Munic. Rivas-Cárdenas)	22.825	50	79,782.37	1,821,032.53	Malo	61,837.37	1,411,437.90	Regular	13,425.00	306,425.63	1,514,606.90	83%	107%	-
NN-220	Rivas	Rivas	Km. 1+050 (Empalme a Veracruz)(Rivas)	Río Grande (Iglesia Católica)	5.745	465	79,782.37	458,349.70	Regular	64,929.37	373,019.21	Bueno	10,429.00	59,914.61	398,435.09	87%	107%	-
NIC-72	Rivas	Rivas	Rivas (B° Los Pacitos)	Puente de Madera Comalcagua (Lím. Munic. Rivas-San Juan del Sur)	10.660	696	79,782.37	850,480.03	Regular	62,425.37	665,454.41	Regular	17,357.00	185,025.62	665,454.41	78%	100%	-
	Rivas	San Jorge	San Jorge	Hacienda Nahualapa (Lím. Munic. San Jorge-Buenos Aires)	0.800	50	79,782.37	63,825.89	Malo	61,837.37	49,469.89	Regular	13,425.00	10,740.00	53,085.89	83%	107%	-
NIC-72	Rivas	San Juan del Sur	Est. 10+660 del 72RR0000000 (Puente de madera Comalcagua) (Límite municipal Rivas-San Juan del Sur )	Km. 17+930 del 16RS0000000 (San Juan del Sur)	11.005	88	79,782.37	878,004.95	Regular	64,929.37	714,547.68	Regular	14,853.00	163,457.27	714,547.68	81%	100%	-
NIC-34B	Rivas	Tola	Est. 58+260 del 34CT0000000 (Río Escalante) (Límite municipal Santa Teresa-Tola) (Límite departamental Carazo-Rivas)	Inter-Nic. 62 (Empalme a Ochomogo)(Salinas de Nahualapa)	12.880	35	79,782.37	1,027,596.89	Malo	61,837.37	796,465.29	Malo	17,945.00	231,131.60	796,465.29	78%	100%	-
NIC-62	Rivas	Tola	Tola	Inter-Nic. 34 (Empalme a Ochomogo)(Salinas de Nahualapa)	28.100	659	79,782.37	2,241,884.51	Regular	62,981.37	1,769,776.41	Regular	16,801.00	472,108.10	1,769,776.41	79%	100%	-
	Rivas	Tola	Km. 13+700 (Tola)	El Caimito	0.500	50	79,782.37	39,891.18	Malo	61,837.37	30,918.68	Regular	13,425.00	6,712.50	33,178.68	83%	107%	-
NN-83	Boaco	Boaco	Est. 17+940 del 07BL0101000 (El Carmen)(Vado de Concreto) (Lím. Munic. Sta. Lucía-Boaco)	Empalme de la Florida	4.630	95	79,782.37	369,392.36	Regular	65,207.37	301,910.11	Regular	14,575.00	67,482.25	301,910.11	82%	100%	-
NIC-59	Boaco	Boaco	Est. 21+615 del 09BL01000000 (Qda. El Panamá) (Lím. Munic. Sta. Lucía-Boaco)	Empalme a Santa Lucía (Boaco)	3.300	219	79,782.37	263,281.81	Regular	65,207.37	215,184.31	Regular	14,575.00	48,097.50	215,184.31	82%	100%	-
NIC-61	Boaco	Boaco	Estadio de Boaco (Boaco)	Río La Aurora (El Capitán)(Lím. Munic. Boaco-San José de los Remates)	22.850	66	79,782.37	1,823,027.09	Regular	65,207.37	1,489,988.34	Regular	14,575.00	333,038.75	1,489,988.34	82%	100%	-

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA  
FACULTAD DE TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN  
PATRIMONIO NACIONAL DE CAMINOS REVESTIDOS

SECTOR "A" Información Básica de los Caminos							SECTOR "B" Valor Máximo Teórico		SECTOR "C" Valor Mínimo Permisible			SECTOR "D" Deficiencia de los Tramos			SECTOR "E" Resultados del Cálculo			
N° de Ident. del Tramo	Identificación del Tramo				Longitud (Km)	Volumen de Tránsito TPDA (Veh/día)	Valor Unitario Nuevo (US \$/Km)	Valor Tramo Nuevo (US \$)	Estado Mín. Permisible	Valor Unitario Mín. Permisible (US \$/Km)	Valor Mín. Permisible del Tramo (US \$)	Estado Actual	Valor Unitario de Deficiencia (US \$/Km)	Valor de Deficiencia del Tramo (US \$)	Valor Actual del Tramo (US \$)	% Valor Actual Valor Máx. Teórico	% Valor Actual Valor Mín. Permisible	Tramos Peores que Económ. Permisible (Km)
	Depto.	Municipio	Origen	Destino														
	Boaco	Boaco	Km. 16+520 (Instituto Nacional de Boaco)	Centro Escolar Julia García (8ª Tierra Blanca) (Boaco)	1.170	50	79,782.37	93,345.37	Malo	61,837.37	72,349.72	Regular	13,425.00	15,707.25	77,638.12	83%	107%	-
NIC-31	Boaco	Boaco	Nic. 09 Km. 40+630 (Empalme El Portón)	Empalme de Masique	26.460	26	79,782.37	2,111,041.43	Malo	61,837.37	1,636,216.73	Regular	13,425.00	355,225.50	1,755,815.93	83%	107%	-
NIC-13A	Boaco	Boaco	Km. 22+490 del 31NI0000000 (Comarca El Congo) (Empalme La Corona)	San José de la Vega (Fin Caserío)	15.960	42	79,782.37	1,273,326.58	Malo	61,837.37	986,924.38	Malo	17,945.00	286,402.20	986,924.38	78%	100%	-
NIC-17	Boaco	Camoapa	Rancho Rojo (Centro Desarrollo Cooperativa)	Siquia (Iglesia Católica)	50.010	849	79,782.37	3,989,916.17	Regular	62,981.37	3,149,698.16	Malo	21,349.00	1,067,663.49	2,922,252.68	73%	93%	50.01
NIC-19B1	Boaco	Camoapa	Est. 20+690 del 19TC0000000 (Camino a Cerro Grande) (Límite municipal Comalapa-Camoapa) (Límite departamental Chontales-Boaco)	Nic. 17 Km. 20+075 (Camoapa)	6.590	164	79,782.37	525,765.80	Regular	65,207.37	429,716.55	Regular	14,575.00	96,049.25	429,716.55	82%	100%	-
NN-93	Boaco	Camoapa	Km. 9+180 (Boaco Viejo)	Comarca Yalwas (Emita Católica)	15.650	58	79,782.37	1,248,594.04	Regular	65,207.37	1,020,495.29	Malo	18,845.00	294,924.25	953,669.79	76%	93%	15.65
NN-80	Boaco	San José de los Remates	Est. 20 + 750 del 07BT0400000B (Aic. Triple Conc. 60'') (Límite municipal Teustepe-San José de los Remates) (Poza de Piedra)	Intersección NIC 21 Km. 31+960 (La Cañada)	8.630	265	79,782.37	688,521.83	Regular	65,207.37	562,739.58	Regular	14,575.00	125,782.25	562,739.58	82%	100%	-
NIC-21A	Boaco	San José de los Remates	Est. 21+640 del 21PD0000000 (Aic. Triple 54'')(Qda. La Pita)(El Guapinol) (Límite municipal Ciudad Darío-San José de los Remates) (Límite departamental Matagalpa-Boaco)	Km. 33+410 (El Coco) (Límite municipal San José de los Remates-Esquipulas) (Límite departamental Matagalpa-Boaco)	11.770	93	79,782.37	939,038.46	Regular	65,207.37	767,490.71	Regular	14,575.00	171,547.75	767,490.71	82%	100%	-
NIC-39	Boaco	San Lorenzo	Km. 31+910 del 39NI0000000 (Río Acoto) (Lím. Munic. San Lorenzo-Granada)(Lím. Dptal. Boaco-Granada)	NIC 07 Km. 103+660 (El Papayal)	14.250	74	79,782.37	1,136,898.73	Regular	65,486.37	933,180.73	Regular	14,296.00	203,718.00	933,180.73	82%	100%	-
NN-190	Boaco	San Lorenzo	Km. 5+660 (El Palo) (Entrada a Miramontes)	Miramontes (Esc.)	10.710	50	79,782.37	854,469.15	Malo	61,837.37	662,278.20	Malo	17,945.00	192,190.95	662,278.20	78%	100%	-
	Boaco	San Lorenzo	Km. 2+340 (Empalme a Belén)	Belén	2.280	1,290	79,782.37	181,903.80	Regular	61,868.37	141,059.88	Malo	22,044.00	50,260.32	131,643.48	72%	93%	2.28
NN-190	Boaco	San Lorenzo	Km. 6+930 (Entrada a Arrocera Altamira)	Arrocera Altamira	1.320	50	79,782.37	105,312.72	Malo	61,837.37	81,625.32	Malo	17,945.00	23,687.40	81,625.32	78%	100%	-
	Boaco	San Lorenzo	Km. 10+710 (Miramontes)	Comarca La Palma (Hacienda La Palma)	1.695	50	79,782.37	135,231.11	Malo	61,837.37	104,814.34	Malo	17,945.00	30,416.78	104,814.34	78%	100%	-
NN-83	Boaco	Santa Lucía	Est. 13+610 del 07BR0102000 (Cementerio de Las Mercedes) (Límite municipal San José de los Remates-Santa Lucía)	El Carmen (Vado de Concreto) (Límite municipal Santa Lucía-Boaco)	4.330	95	79,782.37	345,457.65	Regular	65,207.37	282,347.90	Regular	14,575.00	63,109.75	282,347.90	82%	100%	-
NIC-59	Boaco	Santa Lucía	Est. 2+505 del 09BT0100000 (Puente Ojo de Agua) (Río Fonseca) (Límite municipal Teustepe-Santa Lucía)	Qda. El Panamá (Lím. Munic. Santa Lucía-Boaco)	18.710	95	79,782.37	1,492,728.09	Regular	65,207.37	1,220,029.84	Regular	14,575.00	272,698.25	1,220,029.84	82%	100%	-



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA  
FACULTAD DE TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN  
PATRIMONIO NACIONAL DE CAMINOS REVESTIDOS

SECTOR "A" Información Básica de los Caminos							SECTOR "B" Valor Máximo Teórico		SECTOR "C" Valor Mínimo Permisible			SECTOR "D" Deficiencia de los Tramos			SECTOR "E" Resultados del Cálculo			
Nº de Ident. del Tramo	Identificación del Tramo				Longitud (Km)	Volumen de Tránsito TPDA (Veh/día)	Valor Unitario Nuevo (US \$/Km)	Valor Tramo Nuevo (US \$)	Estado Mín. Permisible	Valor Unitario Mín. Permisible (US \$/Km)	Valor Mín. Permisible del Tramo (US \$)	Estado Actual	Valor Unitario de Deficiencia (US \$/Km)	Valor de Deficiencia del Tramo (US \$)	Valor Actual del Tramo (US \$)	% Valor Actual Valor Máx. Teórico	% Valor Actual Valor Mín. Permisible	Tramos Peores que Económ. Permisible (Km)
	Depto.	Municipio	Origen	Destino														
NIC-59	Boaco	Teustepe	Km. 2+300 (Empalme El Papaturro)	Puente El Ojo de Agua (Río La Fonseca)(Lím. Munic. Teustepe-Santa Lucía)	2.505	119	79,782.37	199,854.83	Regular	65,207.37	163,344.45	Regular	14,575.00	36,510.38	163,344.45	82%	100%	-
NN-112	Chontales	Acoyapa	Est. 16+150 del 07TJ1100000 (Empalme a Cañas Gordas)(Lím. Munic. Juigalpa-Acoyapa)	El Guásimo (Río Cuapa)	11.280	50	79,782.37	899,945.10	Malo	61,837.37	697,525.50	Malo	17,945.00	202,419.60	697,525.50	78%	100%	-
	Chontales	Acoyapa	Km. 2+635 (Acceso Viejo a Acoyapa)	Acoyapa	1.400	50	79,782.37	111,695.31	Malo	61,837.37	86,572.31	Regular	13,425.00	18,795.00	92,900.31	83%	107%	-
	Chontales	Acoyapa	Km. 4+360 (Acoyapa)	Comarca San Lucas	10.150	300	79,782.37	809,791.02	Regular	65,207.37	661,854.77	Malo	18,845.00	191,276.75	618,514.27	76%	93%	10.15
	Chontales	Acoyapa	Km. 15+475 (Las Enramadas)	Comarca Santa Marta	10.000	50	79,782.37	797,823.67	Malo	61,837.37	618,373.67	Malo	17,945.00	179,450.00	618,373.67	78%	100%	-
	Chontales	Acoyapa	Km. 2+710 (Empalme a Agua Buena)	La Horqueta	20.000	50	79,782.37	1,595,647.34	Malo	61,837.37	1,236,747.34	Malo	17,945.00	358,900.00	1,236,747.34	78%	100%	-
	Chontales	Comalapa	Km. 118+040 (La Mata)	Piedra Pintada Arriba	3.740	50	79,782.37	298,386.05	Malo	61,837.37	231,271.75	Malo	17,945.00	67,114.30	231,271.75	78%	100%	-
NIC-19B1	Chontales	Comalapa	Nic. 07 Km. 116+320 (Santa Rosa)	Est. 20+690 del 19TC0000000 (Camino a Cerro Grande) (Lím. Munic. Comalapa-Camoapa) (Lím. Deptal. Chontales-Boaco)	20.250	155	79,782.37	1,615,592.93	Regular	65,207.37	1,320,449.18	Regular	14,575.00	295,143.75	1,320,449.18	82%	100%	-
NIC-37B	Chontales	Juigalpa	Km. 139+340 (Juigalpa)	Puerto Díaz (Muelle)	25.804	226	79,782.37	2,058,704.20	Regular	65,207.37	1,682,610.90	Bueno	10,011.00	258,323.84	1,800,380.35	87%	107%	-
NN-112	Chontales	Juigalpa	Km. 154+960 (La Palma)	Empalme a Cañas Gordas (Lím. Munic. Juigalpa-Acoyapa)	16.150	50	79,782.37	1,288,485.23	Malo	61,837.37	998,673.48	Bueno	8,945.00	144,461.75	1,144,023.48	89%	115%	-
NN-107	Chontales	La Libertad	Km. 16+800 del 23TL000000B (Empalme a Betulia)(El Bizcocho)	(Escuela Arena N°1) (Comarca El Parlamento)	11.620	50	79,782.37	927,071.10	Malo	61,837.37	718,550.20	Malo	17,945.00	208,520.90	718,550.20	78%	100%	-
	Chontales	La Libertad	Km. 31+930 (La Libertad)	Km. 18+070 del 07TL0101000 (Betulia)	7.310	422	79,782.37	583,209.10	Regular	65,207.37	476,665.85	Malo	18,845.00	137,756.95	445,452.15	76%	93%	7.31
NIC-23A	Chontales	La Libertad	Est. 14+820 del 23TP0000000 (Qda. La Dulzura) (Límite municipal San Pedro de Lóvago-La Libertad)	NIC 23B Km. 32+970 (La Libertad) (Centro de Salud)	8.205	126	79,782.37	654,614.32	Regular	65,207.37	535,026.45	Malo	18,845.00	154,623.23	499,991.10	76%	93%	8.205
NIC-23B	Chontales	La Libertad	La Libertad (Centro de Salud)	Entrada a El Aseradero (Dinamarca)(Lím. Munic. La Libertad-Santo Domingo)	4.940	265	79,782.37	394,124.89	Regular	65,207.37	322,124.39	Malo	18,845.00	93,094.30	301,030.59	76%	93%	4.94
	Chontales	San Fco. De Cuapa	Km. 16+880 (Portillo de Las Pavas)	Nic. 37 Km. 17+690 (El Rodeo N°2)	0.780	50	79,782.37	62,230.25	Malo	61,837.37	48,233.15	Regular	13,425.00	10,471.50	51,758.75	83%	107%	-

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA  
FACULTAD DE TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN  
PATRIMONIO NACIONAL DE CAMINOS REVESTIDOS

SECTOR "A" Información Básica de los Caminos							SECTOR "B" Valor Máximo Teórico		SECTOR "C" Valor Mínimo Permisible			SECTOR "D" Deficiencia de los Tramos			SECTOR "E" Resultados del Cálculo			
Nº de Ident. del Tramo	Identificación del Tramo				Longitud (Km)	Volumen de Tránsito TPDA (Veh/día)	Valor Unitario Nuevo (US \$/Km)	Valor Tramo Nuevo (US \$)	Estado Mín. Permisible	Valor Unitario Mín. Permisible (US \$/Km)	Valor Mín. Permisible del Tramo (US \$)	Estado Actual	Valor Unitario de Deficiencia (US \$/Km)	Valor de Deficiencia del Tramo (US \$)	Valor Actual del Tramo (US \$)	% Valor Actual Valor Máx. Teórico	% Valor Actual Valor Mín. Permisible	Tramos Peores que Económ. Permisible (Km)
	Depto.	Municipio	Origen	Destino														
	Chontales	San Fco. De Cuapa	Est. 8+390 del 19TC0800000 (Qda. El Caracol) (Lím. Munic. Comalapa-San Fco. De Cuapa)	Cuapa	0.890	28	79,782.37	71,006.31	Malo	61,837.37	55,035.26	Regular	13,425.00	11,948.25	59,058.06	83%	107%	-
NIC-37A	Chontales	San Fco. De Cuapa	Est. 20+150 del 37TF0000000 (Cuapa) (Acceso Adoquinado a Iglesia Católica)	Comarca El Zancudo (Finca Santa Fe)	8.140	50	79,782.37	649,428.47	Malo	61,837.37	503,356.17	Malo	17,945.00	146,072.30	503,356.17	78%	100%	-
NIC-23A	Chontales	San Pedro de Lóvago	Est. 4+900 del 23TJ0000000 (Puente Mixto Paso Río Los Hoyos) (Lím. Munic. Sto. Tomás-San Pedro de Lóvago)	Qda. La Dulzura (Lím. Munic. San Pedro de Lóvago-La Libertad)	6.660	211	79,782.37	531,350.56	Regular	65,207.37	434,281.06	Regular	14,575.00	97,069.50	434,281.06	82%	100%	-
NIC-23B	Chontales	Santo Domingo	Est. 42+077 del 23TL0000000 (Entrada a El Aseradero)(Dinamarca)(Lím. Munic. La Libertad-Santo Domingo)	Puente Río La Cusuca (Lím. Munic. Santo Domingo-El Ayote)(Lím. Deptal. Chontales-RAAS)	46.070	78	79,782.37	3,675,573.65	Regular	65,207.37	3,004,103.40	Regular	14,575.00	671,470.25	3,004,103.40	82%	100%	-
NN-123	Chontales	Santo Tomás	Km. 181+455 (Santo Tomás)	El Jicarito (Camino a El Mojón)	10.550	96	79,782.37	841,703.97	Regular	65,207.37	687,937.72	Malo	18,845.00	198,814.75	642,889.22	76%	93%	10.55
NN-128	Chontales	Santo Tomás	Est. 14+765 del 07TS0200000 (Alc. Quintuple PVC 30") (El Guarumo) (Lím. Munic. Villa Sandino-Santo Tomás)	Alc. PVC 30" (San Antonio) (Lím. Munic. Sto. Tomás-Muelle de los Bueyes) (Lím. Deptal. Chontales-RAAS)	20.245	107	79,782.37	1,615,194.02	Regular	65,207.37	1,320,123.14	Malo	18,845.00	381,517.03	1,233,676.99	76%	93%	20.245
NN-128	Chontales	Villa Sandino	Km. 192+205 (Villa Sandino)	Alc. Quintuple PVC 30" (El Guarumo) (Lím.Villa Sandino-Sto. Tomás)	14.765	54	79,782.37	1,177,986.65	Regular	65,207.37	962,786.77	Regular	14,575.00	215,199.88	962,786.77	82%	100%	-
NN-51	Jinotega	El Cuá	Est. 6+026 del 05PL2000000 (Puente La Gusanera) (Límite municipal El Tuma-La Dalia-El Cuá)	Pte. Subterráneo (Río Cuá) (Lím. Munic. El Cuá-Wiwilí)	37.914	88	79,782.37	3,024,868.66	Regular	64,929.37	2,461,732.02	Regular	14,853.00	563,136.64	2,461,732.02	81%	100%	-
NN-66	Jinotega	El Cuá	Km. 11+030 (Peñas Blancas)	Puente Santa Teresa (Lím. Munic. El Cuá-San José de Bocay)	36.445	117	79,782.37	2,907,668.36	Regular	64,929.37	2,366,350.78	Regular	14,853.00	541,317.59	2,366,350.78	81%	100%	-
NIC- 57	Jinotega	El Cuá	Km. 19+390 del 05IU0101000 (El Pindongo)	Valle El Cuá	21.890	165	79,782.37	1,746,436.01	Regular	64,929.37	1,421,303.84	Malo	19,540.00	427,730.60	1,318,705.41	76%	93%	21.89
	Jinotega	Jinotega	Km. 20+450 (Cuatro Esquinas)	Jinotega (Barrio Centro América)	2.530	31	79,782.37	201,849.39	Malo	61,837.37	156,448.54	Regular	13,703.00	34,668.59	167,180.80	83%	107%	-
	Jinotega	Jinotega	Km. 66+820 (Las Lomas)	Planta Hidroeléctrica Centro América	1.000	50	79,782.37	79,782.37	Malo	61,837.37	61,837.37	Bueno	9,362.00	9,362.00	70,420.37	88%	114%	-
NIC-41	Jinotega	Jinotega	Nic. 3 Km. 72+425 (Los Encuentros de San Gabriel)(Empalme San Gabriel)	Nic. 43 Km. 34+050 (Las Cruces)(Lím. Munic. Jinotega-Santa María de Pantasma)	25.150	55	79,782.37	2,006,526.53	Regular	64,929.37	1,632,973.58	Regular	14,853.00	373,552.95	1,632,973.58	81%	100%	-
NIC-43	Jinotega	Jinotega	NIC 3 Km. 61+690 (B° La Cruz de Apanás)	Emp. A San Gabriel (Las Cruces) (Lím. Munic. Jinotega-Sta. María de Pantasma)	7.730	74	79,782.37	616,717.70	Regular	64,929.37	501,904.01	Malo	19,540.00	151,044.20	465,673.50	76%	93%	7.73
NIC-57	Jinotega	Jinotega	NIC 43 Km. 17+250 (Cuyalí)	Abisinía (Camino a Pavona Ariba-Peñas Blancas)	15.260	138	79,782.37	1,217,478.92	Regular	64,929.37	990,822.14	Regular	14,853.00	226,656.78	990,822.14	81%	100%	-



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA  
FACULTAD DE TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN  
PATRIMONIO NACIONAL DE CAMINOS REVESTIDOS

SECTOR "A" Información Básica de los Caminos							SECTOR "B" Valor Máximo Teórico		SECTOR "C" Valor Mínimo Permisible			SECTOR "D" Deficiencia de los Tramos			SECTOR "E" Resultados del Cálculo			
Nº de Ident. del Tramo	Identificación del Tramo				Longitud (Km)	Volumen de Tránsito TPDA (Veh/día)	Valor Unitario Nuevo (US \$/Km)	Valor Tramo Nuevo (US \$)	Estado Mín. Permisible	Valor Unitario Mín. Permisible (US \$/Km)	Valor Mín. Permisible del Tramo (US \$)	Estado Actual	Valor Unitario de Deficiencia (US \$/Km)	Valor de Deficiencia del Tramo (US \$)	Valor Actual del Tramo (US \$)	% Valor Actual Valor Máx. Teórico	% Valor Actual Valor Mín. Permisible	Tramos Peores que Económ. Permisible (Km)
	Depto.	Municipio	Origen	Destino														
NN-54	Jinotega	Jinotega	Nic. 57 Km. 13+160 (La Colonia)	Empalme La Viola	17.040	82	79,782.37	1,359,491.53	Regular	64,929.37	1,106,396.41	Malo	19,540.00	332,961.60	1,026,529.93	76%	93%	17.04
NN-43	Jinotega	La Concordia	Est. 7+100 del 01EE1202000 (Las Mesas) (Embalse de Agua) (Lím. Munic. Estell-La Concordia) (Lím. Deptal. Estell-Jinotega)	NIC 498 Km. 33+613 (La Concordia) (Monumento a La Virgen)	8.170	267	79,782.37	651,821.94	Regular	64,929.37	530,472.93	Malo	19,540.00	159,641.80	492,180.14	76%	93%	8.17
NIC-3	Jinotega	La Concordia	Est. 85+485 (Fca. La Breira)(Lím. Munic. San Rafael del Norte-La Concordia)	Finca El Boniche (Lím. Munic. La Concordia-Yalí)	4.240	45	79,782.37	338,277.24	Malo	61,837.37	262,190.44	Regular	13,703.00	58,100.72	280,176.52	83%	107%	-
NN-66	Jinotega	San José de Bocay	Est. 36+445 del 05IU0100000 (Puente Santa Teresa) (Límite municipal El Cuá-San José de Bocay)	San José de Bocay (Iglesia Católica)	9.505	114	79,782.37	758,331.40	Regular	64,929.37	617,153.63	Regular	14,853.00	141,177.77	617,153.63	81%	100%	-
NN-66	Jinotega	San José de Bocay	San José de Bocay (Iglesia Católica)	Ayapal (Río Bocay)	38.200	114	79,782.37	3,047,686.42	Regular	64,929.37	2,480,301.82	Malo	19,540.00	746,428.00	2,301,258.42	76%	93%	38.2
	Jinotega	San José de Bocay	Km. 48+645 (Desvío La Camaleona)	Camaleona	1.680	50	79,782.37	134,034.38	Malo	61,837.37	103,886.78	Malo	17,945.00	30,147.60	103,886.78	78%	100%	-
NIC-3	Jinotega	San Rafael del Norte	San Rafael del Norte (Iglesia Católica)	Est. 85+485 (Finca La Breiera) (Lím. Munic. San Rafael del Norte-La Concordia)	2.970	120	79,782.37	236,953.63	Regular	64,929.37	192,840.22	Regular	14,853.00	44,113.41	192,840.22	81%	100%	-
NN-44	Jinotega	San Rafael del Norte	Km. 82+625 (San Rafael del Norte)	Los Chagüitones (después de la Escuela Loma Azul) (300 m aprox.)	19.134	50	79,782.37	1,526,555.81	Malo	61,837.37	1,183,196.18	Malo	17,945.00	343,359.63	1,183,196.18	78%	100%	-
NIC-3	Jinotega	San Sebastián de Yalí	Est. 89+725 del 03IR0000000 (Finca El Boniche)(Lím. Munic. La Concordia-San Sebastián de Yalí)	El Tule (Alc. Triple Conc. 42°)(Lím. Munic. San Sebastián de Yalí-Condega)(Límite departamental Jinotega-Estell)	18.670	131	79,782.37	1,489,536.79	Regular	64,929.37	1,212,231.28	Regular	14,853.00	277,305.51	1,212,231.28	81%	100%	-
NIC-35D	Jinotega	San Sebastián de Yalí	Nic. 3 Km 99+285 (San Sebastián de Yalí)	La Rica (Iglesia Católica)	26.210	342	79,782.37	2,091,095.84	Regular	64,929.37	1,701,798.71	Malo	19,540.00	512,143.40	1,578,952.44	76%	93%	26.21
NIC-43	Jinotega	Santa María de Pantasma	Est. 34.050 del 43IU0000000 (Empalme a San Gabriel) (Las Cruces) (Lím. Munic. Jinotega-Sta. María de Pantasma)	Puente Río Cuá (Lím. Munic. Sta. María de Pantasma-Wiwilí)	31.592	429	79,782.37	2,520,484.54	Regular	64,929.37	2,051,248.56	Regular	14,853.00	469,235.98	2,051,248.56	81%	100%	-
NIC-43	Jinotega	Wiwilí de Jinotega	Est. 77+142 del 43IP0000000 (Pte. Río Cuá) (Lím. Munic. Sta. María de Pantasma-Wiwilí de Jinotega)	Wiwilí N°2 (Salida a El Carmen)	9.256	356	79,782.37	738,465.59	Regular	64,929.37	600,986.22	Regular	14,853.00	137,479.37	600,986.22	81%	100%	-
CV	Jinotega	Wiwilí de Jinotega	Km. 94+330 (Wiwilí)	Esc. Las Mercedes (Límite Munic. Wiwilí-San José de Bocay)	36.110	42	79,782.37	2,880,941.27	Malo	61,837.37	2,232,947.32	Regular	13,703.00	494,815.33	2,386,125.94	83%	107%	-
NN-51	Jinotega	Wiwilí de Jinotega	Est. 43+940 del 05IU0100000 (Pte. Subterráneo) (Río Cuá) (Lím. Munic. El Cuá-Wiwilí)	NIC 43 Km. 81+630 (Emp. La Marañosá)	11.200	219	79,782.37	893,562.51	Regular	64,929.37	727,208.91	Regular	14,853.00	166,353.60	727,208.91	81%	100%	-
	Matagalpa	Ciudad Darío	Km. 7+742 (Ciudad Darío)	Km. 5+867 del 26PD0200000 (Santa Bárbara)	15.765	176	79,782.37	1,257,769.02	Regular	65,207.37	1,027,994.14	Malo	18,845.00	297,091.43	960,677.59	76%	93%	15.765



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA  
FACULTAD DE TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN  
PATRIMONIO NACIONAL DE CAMINOS REVESTIDOS

SECTOR "A" Información Básica de los Caminos							SECTOR "B" Valor Máximo Teórico		SECTOR "C" Valor Mínimo Permisible			SECTOR "D" Deficiencia de los Tramos			SECTOR "E" Resultados del Cálculo			
N° de Ident. del Tramo	Identificación del Tramo				Longitud (Km)	Volumen de Tránsito TPDA (Veh/día)	Valor Unitario Nuevo (US \$/Km)	Valor Tramo Nuevo (US \$)	Estado Mín. Permisible	Valor Unitario Mín. Permisible (US \$/Km)	Valor Mín. Permisible del Tramo (US \$)	Estado Actual	Valor Unitario de Deficiencia (US \$/Km)	Valor de Deficiencia del Tramo (US \$)	Valor Actual del Tramo (US \$)	% Valor Actual Valor Máx. Teórico	% Valor Actual Valor Mín. Permisible	Tramos Peores que Económ. Permisible (Km)
	Depto.	Municipio	Origen	Destino														
NN-79	Matagalpa	Ciudad Darío	Km. 84+465 (Empalme San Juanillo)(Puente El Venado)(Cuesta El Venado)	Las Delicias (Iglesia Católica)	5.070	88	79,782.37	404,496.60	Regular	65,207.37	330,601.35	Regular	14,575.00	73,895.25	330,601.35	82%	100%	-
NIC-47	Matagalpa	Ciudad Darío	Km. 87+445 (Empalme Terrabona)	Cementerio de la Joya (Lím. Munic. Ciudad Darío-Terrabona)	10.866	117	79,782.37	866,915.20	Regular	65,207.37	708,543.25	Regular	14,575.00	158,371.95	708,543.25	82%	100%	-
	Matagalpa	Ciudad Darío	Km. 96+865 (Las Tunas)	San Cristóbal	5.961	50	79,782.37	475,582.69	Malo	61,837.37	368,612.54	Regular	13,425.00	80,026.43	395,556.26	83%	107%	-
	Matagalpa	Ciudad Darío	Nic. 1 Km. 97+065 (Las Tunas)	Comunidad El Horno	5.430	50	79,782.37	433,218.25	Malo	61,837.37	335,776.90	Malo	17,945.00	97,441.35	335,776.90	78%	100%	-
	Matagalpa	Ciudad Darío	Km. 1+560 (Sabana Verde)	Palos Verdes	4.490	50	79,782.37	358,222.83	Malo	61,837.37	277,649.78	Malo	17,945.00	80,573.05	277,649.78	78%	100%	-
NIC-21A	Matagalpa	Ciudad Darío	Nic. Km. 7 71+650 (Puertas Viejas) (Empalme)	Qda. La Pita (El Guapinol)(Lím. Munic. Ciudad Darío-San José de los Remates)(Lím. Dptal. Matagalpa-Boaco)	21.640	93	79,782.37	1,726,490.42	Regular	65,207.37	1,411,087.42	Malo	18,845.00	407,805.80	1,318,684.62	76%	93%	21.64
NIC-5	Matagalpa	El Tuma- La Dalia	La Dalia (Camino a Wasaca-Bull Bull-Las Vegas y Yale)	Pte. El Carmen (Río El Bijao) (Lím. Munic. Tuma-La Dalia-Rancho Grande)	25.073	518	79,782.37	2,000,383.29	Regular	62,425.37	1,565,191.23	Malo	22,044.00	552,709.21	1,447,674.08	72%	92%	25.073
NN-63	Matagalpa	El Tuma- La Dalia	Nic. 5 Km. 32+220 (El Tuma)	El Quebradón (Puente El Quebradón)	7.510	105	79,782.37	599,165.58	Regular	64,929.37	487,619.55	Malo	19,540.00	146,745.40	452,420.18	76%	93%	7.51
NN-64	Matagalpa	El Tuma- La Dalia	Nic. 5 Km. 43+290 (La Dalia)	Comunidad La Chiripa (Qda. La Mosca)	24.000	50	79,782.37	1,914,776.81	Malo	61,837.37	1,484,096.81	Regular	13,703.00	328,872.00	1,585,904.81	83%	107%	-
	Matagalpa	El Tuma- La Dalia	Nic. 5 Km. 43+303 (La Dalia)	Santa Julia	0.260	50	79,782.37	20,743.42	Malo	61,837.37	16,077.72	Malo	17,945.00	4,665.70	16,077.72	78%	100%	-
NN-51	Matagalpa	El Tuma- La Dalia	Km. 52+020 (Empalme Cerro Verde)(Cementerio de Cerro Verde)	Puente La Gusanera (Lím. Munic. Tuma La Dalia-El Cuá)	6.026	104	79,782.37	480,768.54	Regular	64,929.37	391,264.37	Malo	19,540.00	117,748.04	363,020.50	76%	93%	6.026
	Matagalpa	El Tuma- La Dalia	Km. 54+770 (Empalme La Mora)	Crucero Río La Gusanera (Lím. Munic. Tuma-La Dalia-El Cuá)(Lím. Dptal. Matagalpa-Jinotega)	1.350	50	79,782.37	107,706.20	Malo	61,837.37	83,480.45	Regular	13,703.00	18,499.05	89,207.15	83%	107%	-
NN-54	Matagalpa	El Tuma- La Dalia	Km. 17+040 del 571J0500000 (Empalme La Viola)	Km. 1+350 del 05PL200000 (Santa Rosa)	1.960	50	79,782.37	156,373.44	Malo	61,837.37	121,201.24	Regular	13,703.00	26,857.88	129,515.56	83%	107%	-
NIC-45	Matagalpa	El Tuma- La Dalia	Km. 25+760 (Finca Santa Elena)(Lím. Munic. Matiguás-Tuma La Dalia)	Nic. 5 Km. 32+700 (El Tuma)	13.660	50	79,782.37	1,089,827.13	Malo	61,837.37	844,698.43	Malo	17,945.00	245,128.70	844,698.43	78%	100%	-
	Matagalpa	El Tuma- La Dalia	Nic. 45 Km. 33+210 (Empalme Tapasle) (Comarca El Guapotal)	Guapotal Central	8.890	50	79,782.37	709,265.24	Malo	61,837.37	549,734.19	Malo	17,945.00	159,531.05	549,734.19	78%	100%	-

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA  
FACULTAD DE TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN  
PATRIMONIO NACIONAL DE CAMINOS REVESTIDOS

SECTOR "A" Información Básica de los Caminos							SECTOR "B" Valor Máximo Teórico		SECTOR "C" Valor Mínimo Permisible			SECTOR "D" Deficiencia de los Tramos			SECTOR "E" Resultados del Cálculo			
N° de Ident. del Tramo	Identificación del Tramo				Longitud (Km)	Volumen de Tránsito TPDA (Veh/día)	Valor Unitario Nuevo (US \$/Km)	Valor Tramo Nuevo (US \$)	Estado Mín. Permisible	Valor Unitario Mín. Permisible (US \$/Km)	Valor Mín. Permisible del Tramo (US \$)	Estado Actual	Valor Unitario de Deficiencia (US \$/Km)	Valor de Deficiencia del Tramo (US \$)	Valor Actual del Tramo (US \$)	% Valor Actual Valor Máx. Teórico	% Valor Actual Valor Mín. Permisible	Tramos Peores que Económ. Permisible (Km)
	Depto.	Municipio	Origen	Destino														
NIC-19A	Matagalpa	Esquipulas	Est. 23+260 del 19PN0000000 (Puente Bopal)(Río Viejo) (Lím. Mun. San Dionisio-Esquipulas)	Nic. 21 Km. 38+715 (Puente Caulapa)(Esquipulas)	7.010	143	79,782.37	559,274.39	Regular	64,929.37	455,154.86	Regular	14,853.00	104,119.53	455,154.86	81%	100%	-
NIC-21A	Matagalpa	Esquipulas	Km. 33+410(El Coca)(Lím. Munic. San José de los Remates-Esquipulas) (Lím. Deptal. Matagalpa-Boaco)	Km. 56+802 (Puente Río Yaguare)(Lím. Munic. Muy Muy- Esquipulas)	22.052	76	79,782.37	1,759,360.76	Regular	64,929.37	1,431,822.40	Regular	14,853.00	327,538.36	1,431,822.40	81%	100%	-
	Matagalpa	Matagalpa	Km. 26+530 (Matagalpa)	Piedra de Agua	0.860	50	79,782.37	68,612.84	Malo	61,837.37	53,180.14	Malo	17,945.00	15,432.70	53,180.14	78%	100%	-
NIC-19A	Matagalpa	Matagalpa	Nic. 9 Km. 97+710 (Empalme a San Dionisio) (Sub Estación Eléctrica)	Empalme Piedra Colorada (Lím. Munic. Matagalpa-San Dionisio)	2.980	258	79,782.37	237,751.45	Regular	64,929.37	193,489.51	Regular	14,853.00	44,261.94	193,489.51	81%	100%	-
NIC-33	Matagalpa	Matiguás	Km. 34+315 (Puente Río UPA)(Lím. Munic. San Ramón-Matiguás)	Nic. 21. Km 85+250 (Empalme El Bonete)	19.040	91	79,782.37	1,519,056.27	Regular	64,929.37	1,236,255.15	Regular	14,853.00	282,801.12	1,236,255.15	81%	100%	-
NIC-45	Matagalpa	Matiguás	Nic. 33 Km. 34+625 (Empalme El Joba)	Km. 25 +760 (Finca Santa Elena)(Lím. Munic. Matiguás-Tuma La Dalia)	23.360	63	79,782.37	1,863,716.09	Regular	64,929.37	1,516,750.01	Bueno	10,429.00	243,621.44	1,620,094.65	87%	107%	-
	Matagalpa	Matiguás	Nic. 45 Km. 7+470 (Pancasán)	El Corozo	24.690	50	79,782.37	1,969,826.64	Malo	61,837.37	1,526,764.59	Regular	13,703.00	338,327.07	1,631,499.57	83%	107%	-
NIC-21A	Matagalpa	Muy Muy	Km. 56+802 (Puente Río Yaguare) (Lím. Munic. Esquipulas-Muy Muy)	Empalme de Muy Muy	8.988	617	79,782.37	717,083.91	Regular	62,425.37	561,079.20	Regular	17,357.00	156,004.72	561,079.20	78%	100%	-
	Matagalpa	Muy Muy	Nic. 21 Km. 11+230 (Empalme El Coyotepe)	Santa Rosa	1.249	50	79,782.37	99,648.18	Malo	61,837.37	77,234.87	Regular	13,703.00	17,115.05	82,533.13	83%	107%	-
NIC-5	Matagalpa	Rancho Grande	Est. 68+953 del 05PL0000000 (Puente El Carmen)(Río El Bijao) (Límite municipal Tuma-La Dalia-Rancho Grande)	Puente Río Yaosca(Lím. Munic. Rancho Grande-Waslala) (Límite departamental y regional Matagalpa-RAAN)	27.507	119	79,782.37	2,194,573.57	Regular	64,929.37	1,786,012.10	Regular	14,853.00	408,561.47	1,786,012.10	81%	100%	-
	Matagalpa	Rancho Grande	Km. 77+870 (El Comején)	Rancho Grande	4.170	50	79,782.37	332,692.47	Malo	61,837.37	257,861.82	Malo	17,945.00	74,830.65	257,861.82	78%	100%	-
	Matagalpa	Rancho Grande	Nic. 5 Km. 90+290 (Las Brisas)	San Antonio Kuskawas	18.370	50	79,782.37	1,465,602.08	Malo	61,837.37	1,135,952.43	Malo	17,945.00	329,649.65	1,135,952.43	78%	100%	-
NIC-21B	Matagalpa	Río Blanco	NIC 21B Km. 48+540 (Puente Río Paiwas) (Lím. Munic. Matiguás-Río Blanco)	NIC 21B Km. 62+375 (Puente Río Wanawana) (Lím. Munic. Río Blanco-Bocana de Paiwas) (Lím. Deptal. Y Regional Matagalpa-RAAS)	4.135	891	79,782.37	329,900.09	Regular	62,425.37	258,128.89	Malo	22,044.00	91,151.94	238,748.15	72%	92%	4.135
NIC-13B	Matagalpa	Río Blanco	NIC 21B Km. 58+495 (Río Blanco) (Empalme Bocana de Paiwas)	Vado Río Wanawana (Lím. Munic. Río Blanco-Bocana de Paiwas) (Lím. Deptal. Y Regional Matagalpa- RAAS)	8.724	561	79,782.37	696,021.37	Regular	62,425.37	544,598.90	Bueno	13,003.00	113,438.17	582,583.20	84%	107%	-
NN-251	Matagalpa	Río Blanco	Km. 3+640 del 21WP0300000 (El Muñeco)	Caserío Wanawás (Camino a El Aguacate)	15.730	50	79,782.37	1,254,976.63	Malo	61,837.37	972,701.78	Regular	13,703.00	215,548.19	1,039,428.44	83%	107%	-



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA  
FACULTAD DE TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN  
PATRIMONIO NACIONAL DE CAMINOS REVESTIDOS

SECTOR "A" Información Básica de los Caminos						SECTOR "B" Valor Máximo Teórico		SECTOR "C" Valor Mínimo Permisible			SECTOR "D" Deficiencia de los Tramos			SECTOR "E" Resultados del Cálculo				
Nº de Ident. del Tramo	Identificación del Tramo				Longitud (Km)	Volumen de Tránsito TPDA (Veh/día)	Valor Unitario Nuevo (US \$/Km)	Valor Tramo Nuevo (US \$)	Estado Mín. Permisible	Valor Unitario Mín. Permisible (US \$/Km)	Valor Mín. Permisible del Tramo (US \$)	Estado Actual	Valor Unitario de Deficiencia (US \$/Km)	Valor de Deficiencia del Tramo (US \$)	Valor Actual del Tramo (US \$)	% Valor Actual Valor Máx. Teórico	% Valor Actual Valor Mín. Permisible	Tramos Peores que Económ. Permisible (Km)
	Depto.	Municipio	Origen	Destino														
	Matagalpa	San Dionisio	Est. 12+925 del 01PT0805000 (Esc. Caserio La Laguna) (Lím. Munic. Terrabona-San Dionisio)	San Dionisio	0.455	50	79,782.37	36,300.98	Malo	61,837.37	28,136.00	Regular	13,703.00	6,234.87	30,066.11	83%	107%	-
	Matagalpa	San Dionisio	Km. 23+265 (San Dionisio)	Comarca Ocote Abajo	0.120	50	79,782.37	9,573.88	Malo	61,837.37	7,420.48	Malo	17,945.00	2,153.40	7,420.48	78%	100%	-
NIC-19A	Matagalpa	San Dionisio	Est. 2+980 del 19PM0000000 (Empalme Piedra Colorada) (Lím. Munic. Matagalpa-San Dionisio)	Puente Vado Bopal (Río Viejo) (Lím. Munic. San Dionisio-Esquipulas)	20.280	125	79,782.37	1,617,986.40	Regular	64,929.37	1,316,767.56	Regular	14,853.00	301,218.84	1,316,767.56	81%	100%	-
NN-60	Matagalpa	San Ramón	Nic. 5 Km. 13+070 (Santa Emilia)	El Roblar (Camino a Río Negro)	19.230	129	79,782.37	1,534,214.92	Regular	65,207.37	1,253,937.67	Regular	14,575.00	280,277.25	1,253,937.67	82%	100%	-
NIC-33	Matagalpa	San Ramón	Nic. 9 Km. 106+710 (San Ramón)	Est. 34+315 (Puente Río Upa) (Lím. Munic. San Ramón-Matiguás)	33.670	68	79,782.37	2,686,272.30	Regular	65,207.37	2,195,532.05	Malo	18,845.00	634,511.15	2,051,761.15	76%	93%	33.67
NN-75	Matagalpa	Sébaco	NIC 3 Km. 0+260 (Sébaco) (Barrio Santiago)	Jumaiquí (Camino a Pacaya-Puntazuela)	14.820	50	79,782.37	1,182,374.68	Malo	61,837.37	916,429.78	Regular	13,425.00	198,958.50	983,416.18	83%	107%	-
	Matagalpa	Sébaco	Km. 108+210 (Valle Paso Carreta)	Paso Real	6.356	50	79,782.37	507,096.72	Malo	61,837.37	393,038.30	Malo	17,945.00	114,058.42	393,038.30	78%	100%	-
	Matagalpa	Sébaco	Km. 6+356 (Paso Real)	Cooperativa EL Horno	5.044	50	79,782.37	402,422.26	Malo	61,837.37	311,907.68	Malo	17,945.00	90,514.58	311,907.68	78%	100%	-
	Matagalpa	Sébaco	Km. 3+590 (Chagütillo)	Qda. La Paz (Jocomico Abajo)(Lím. Munic. Sébaco-Jinotega)(Lím. Dptal. Matagalpa-Jinotega)	7.370	50	79,782.37	587,996.04	Malo	61,837.37	455,741.39	Malo	17,945.00	132,254.65	455,741.39	78%	100%	-
NIC-47	Matagalpa	Terrabona	Est. 10+886 del 01PD0800000 (Quebrada Las Joyas) (Lím. Munic. Ciudad Darío-Terrabona)	Payacuca Nº1 (Pozo Comunitario) (Lím. Munic. Terrabona-Matagalpa)	6.739	187	79,782.37	537,653.37	Regular	65,207.37	439,432.45	Malo	18,845.00	126,996.46	410,656.92	76%	93%	6.739
NIC-21B	RAAN	Mulukukú	Est. 82+987 del 21WP0000000 (Alc. Conc. 60')(El Diamante)(Lím. Munic. Palwas-Mulukukú)(RAAS-RAAN)	Est. 141+905 del 21ZK0000000 (Pte. Chico Smith) (Río Chico Smith) (Lím. Munic. Mulukukú-Siuna)	58.918	186	79,782.37	4,700,617.50	Regular	65,207.37	3,841,887.65	Malo	18,845.00	1,110,309.71	3,590,307.79	76%	93%	58.918
NIC-21B	RAAN	Puerto Cabezas	Est. 285+355 del 21ZR0000000 (Puente Río Kukalaya)(Lím. Munic. Rosita-Puerto Cabezas)	Parque Central de Bilwi	99.315	115	79,782.37	7,923,585.78	Regular	65,486.37	6,503,778.54	Malo	18,149.00	1,802,467.94	6,121,117.84	77%	94%	99.315
NN-73	RAAN	Puerto Cabezas	Km. 365+865 (Empalme a Waspam)(Boom Sirpi)	Alc. Conc. 30' (Lím. Munic. Pto. Cabezas-Waspam)(Wiwa Sirpi)	54.638	111	79,782.37	4,359,148.97	Regular	65,486.37	3,578,044.12	Malo	18,149.00	991,625.06	3,367,523.91	77%	94%	54.638
	RAAN	Puerto Cabezas	Km. 381+995 (Galilea)(Bilwi)	Km. 452+466 del 21ZP0000000 (Bº Jerusalén Bilwi)	2.900	50	79,782.37	231,368.86	Malo	61,837.37	179,328.36	Malo	17,945.00	52,040.50	179,328.36	78%	100%	-

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA  
FACULTAD DE TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN  
PATRIMONIO NACIONAL DE CAMINOS REVESTIDOS

SECTOR "A" Información Básica de los Caminos							SECTOR "B" Valor Máximo Teórico		SECTOR "C" Valor Mínimo Permisible			SECTOR "D" Deficiencia de los Tramos			SECTOR "E" Resultados del Cálculo			
N° de Ident. del Tramo	Identificación del Tramo				Longitud (Km)	Volumen de Tránsito TPDA (Veh/día)	Valor Unitario Nuevo (US \$/Km)	Valor Tramo Nuevo (US \$)	Estado Mín. Permisible	Valor Unitario Mín. Permisible (US \$/Km)	Valor Mín. Permisible del Tramo (US \$)	Estado Actual	Valor Unitario de Deficiencia (US \$/Km)	Valor de Deficiencia del Tramo (US \$)	Valor Actual del Tramo (US \$)	% Valor Actual Valor Máx. Teórico	% Valor Actual Valor Mín. Permisible	Tramos Peores que Económ. Permisible (Km)
	Depto.	Municipio	Origen	Destino														
NIC-21B	RAAN	Rosita	Est. 213+445 del 21ZS0000000 (Caserío El Empalme)(Lím. Munic. Siuna-Rosita)	Km. 285+355 Pte. Río Kukalaya (Lím. Munic. Rosita-Rosita-Puerto Cabezas)	71.205	99	79,782.37	5,680,903.44	Regular	65,486.37	4,662,956.76	Regular	14,296.00	1,017,946.68	4,662,956.76	82%	100%	-
NIC-30	RAAN	Rosita	Km. 310+220 (Rosita)	Puente Colgante Española (Lím. Munic. Rosita-Bonanza)	11.167	70	79,782.37	890,929.69	Regular	65,486.37	731,286.26	Regular	14,296.00	159,643.43	731,286.26	82%	100%	-
NIC-5	RAAN	Siuna	Est. 154+140 del 05ZL0000000 (Pte. Mixto Aguas Calientes) (Lím. Munic. Waslala-Siuna)	Siuna (Emp. A Río Blanco)	52.840	527	79,782.37	4,215,700.27	Regular	62,981.37	3,327,935.43	Malo	21,349.00	1,128,081.16	3,087,619.11	73%	93%	52.84
NIC-21B	RAAN	Siuna	Est. 141+905 del 21ZK0000000 (Puente Chico Smith)(Río Chico Smith)(Límite municipal Mulukukú-Siuna)	Km. 213+445 (Caserío El Empalme)(Límite municipal Siuna-Rosita)	59.640	102	79,782.37	4,758,220.37	Regular	65,207.37	3,888,967.37	Regular	14,575.00	869,253.00	3,888,967.37	82%	100%	-
NIC-5	RAAN	Waslala	Est. 96+460 del 05PH0000000 (Puente Río Yaosca) (Lím. Munic. Rancho Grande-Waslala) (Lím. Deptal. Y Regional Matagalpa-RAAN)	Puente Mixto Aguas Calientes (Lím. Munic. Waslala-Siuna)	56.140	113	79,782.37	4,478,982.08	Regular	64,929.37	3,645,134.66	Malo	19,540.00	1,096,975.60	3,382,006.48	76%	93%	56.14
NN-73	RAAN	Waspam	Est. 54+638 del 21ZP0400000 (Alc. Conc. 30°)(Lím. Munic. Puerto Cabezas-Waspam)(Bullitiban)	Waspam (Antena Claro)	60.927	69	79,782.37	4,860,900.27	Regular	65,486.37	3,989,887.88	Malo	18,149.00	1,105,764.12	3,755,136.15	77%	94%	60.927
NIC-21B	RAAS	Bocana de Paiwas	Est. 62+375 del 21PB0000000 (Puente Río Wanawana) (Lím. Munic. Río Blanco-Bocana de Paiwas) (Lím. Dptal. Y Regional Matagalpa-RAAS)	Km 82+987 (Alc. Conc. 60°)(El Diamante) (Límite municipal Paiwas-Mulukukú) (RAAS-RAAN)	17.347	293	79,782.37	1,383,984.72	Regular	65,207.37	1,131,152.19	Malo	18,845.00	326,904.22	1,057,080.50	76%	93%	17.347
NIC-13B	RAAS	Bocana de Paiwas	Est. 8+724 del 21PB0400000 (Vado Río Wanawana) (Lím. Munic. Río Blanco-Bocana de Paiwas) (Lím. Deptal. Matagalpa-RAAS)	Bocana de Paiwas (Alcaldía)	12.776	165	79,782.37	1,019,299.52	Regular	65,207.37	833,089.32	Regular	14,575.00	186,210.20	833,089.32	82%	100%	-
NIC-13C	RAAS	Bocana de Paiwas	Km. 63+925 (Empalme Wanawana)	San Pedro del Norte (Iglesia Católica)	41.008	212	79,782.37	3,271,715.31	Regular	65,207.37	2,674,023.71	Bueno	10,011.00	410,531.09	2,861,184.22	87%	107%	-
NIC-23B	RAAS	El Ayote	Est. 88+840 del 23TD0000000 (Puente Río La Cusuca) (Lím. Munic. Sto. Domingo-El Ayote) (Lím. Dptal. Chontales-RAAS)	La Piñuela (Esc.)	6.280	136	79,782.37	501,033.26	Regular	65,207.37	409,502.26	Malo	18,845.00	118,346.60	382,686.66	76%	93%	6.28
	RAAS	El Rama	Km. 289+235 (Empalme El Areno)	Wapí	31.440	50	79,782.37	2,508,357.62	Malo	61,837.37	1,944,166.82	Malo	17,945.00	564,190.80	1,944,166.82	78%	100%	-
	RAAS	El Rama	Km. 293+785 (El Rama)	Soncuan (Lím. Munic. Rama-Kukra Hill)	33.186	50	79,782.37	2,647,657.63	Malo	61,837.37	2,052,134.86	Regular	13,425.00	445,522.05	2,202,135.58	83%	107%	-
	RAAS	Kukra Hill	Est. 34+500 del 07WR0700000 (Lím. Munic. Rama-Kukra Hill)(Lím. Dptal. Chontales-RAAS)	Alc. PVC 48" (Lím. Munic. Kukra Hill - Laguna de Perlas)	37.865	50	79,782.37	3,020,959.33	Malo	61,837.37	2,341,471.90	Regular	13,425.00	508,337.63	2,512,621.70	83%	107%	-



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA  
FACULTAD DE TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN  
PATRIMONIO NACIONAL DE CAMINOS REVESTIDOS

SECTOR "A" Información Básica de los Caminos							SECTOR "B" Valor Máximo Teórico		SECTOR "C" Valor Mínimo Permisible			SECTOR "D" Deficiencia de los Tramos			SECTOR "E" Resultados del Cálculo			
N° de Ident. del Tramo	Identificación del Tramo				Longitud (Km)	Volumen de Tránsito TPDA (Veh/día)	Valor Unitario Nuevo (US \$/Km)	Valor Tramo Nuevo (US \$)	Estado Mín. Permisible	Valor Unitario Mín. Permisible (US \$/Km)	Valor Mín. Permisible del Tramo (US \$)	Estado Actual	Valor Unitario de Deficiencia (US \$/Km)	Valor de Deficiencia del Tramo (US \$)	Valor Actual del Tramo (US \$)	% Valor Actual Valor Máx. Teórico	% Valor Actual Valor Mín. Permisible	Tramos Peores que Económ. Permisible (Km)
	Depto.	Municipio	Origen	Destino														
	RAAS	Kukra Hill	Km. 64+050 (Empalme a Kukra Hill)	Kukra Hill	4.920	50	79,782.37	392,529.25	Malo	61,837.37	304,239.85	Regular	13,425.00	66,051.00	326,478.25	83%	107%	-
	RAAS	Kukra Hill	Km. 56+530 (Flor de Pino)	Las Limas	3.020	50	79,782.37	240,942.75	Malo	61,837.37	186,748.85	Malo	17,945.00	54,193.90	186,748.85	78%	100%	-
	RAAS	Kukra Hill	Km. 57+350 (Flor de Pino)	Km. 1+100 del 07WK0105000 (Casa Quemada) (Comarca Las Palmas)	1.230	50	79,782.37	98,132.31	Malo	61,837.37	76,059.96	Malo	17,945.00	22,072.35	76,059.96	78%	100%	-
	RAAS	Laguna de Perlas	Km. 72+365 del 07WK0100000 (Lím. Munic. Kukra Hill-Laguna de Perlas)	Laguna de Perlas	8.125	50	79,782.37	648,231.73	Malo	61,837.37	502,428.61	Bueno	8,945.00	72,678.13	575,553.61	89%	115%	-
NN-128	RAAS	Muelle de los Bueyes	Est. 35+010 del 07TT0300000 (Alc. PVC 30')(San Antonio)(Lím. Munic. Santo Tomás Muelle de los Bueyes)(Lím. Dptal. Y Regional Chontales-RAAS)	La Campana	8.940	50	79,782.37	713,254.36	Malo	61,837.37	552,826.06	Malo	17,945.00	160,428.30	552,826.06	78%	100%	-
	RAAS	Muelle de los Bueyes	Km. 43+750 (Campana)	Cerro Grande	0.323	50	79,782.37	25,769.70	Malo	61,837.37	19,973.47	Malo	17,945.00	5,796.24	19,973.47	78%	100%	-
	RAAS	Muelle de los Bueyes	Km. 242+750 (La Batea)(Cancha)	Cedra Bonito (Finca El Carmen)	8.730	50	79,782.37	696,500.06	Malo	61,837.37	539,840.21	Malo	17,945.00	156,659.85	539,840.21	78%	100%	-
	RAAS	Muelle de los Bueyes	Km. 243+690 (La Batea)	Campana	0.412	50	79,782.37	32,870.34	Malo	61,837.37	25,477.00	Malo	17,945.00	7,393.34	25,477.00	78%	100%	-
NIC-71	RAAS	Nueva Guinea	Nueva Guinea (Parque Central)	Pte. Naciones Unidas-Bluefields	23.600	421	79,782.37	1,882,863.86	Regular	65,207.37	1,538,893.86	Regular	14,575.00	343,970.00	1,538,893.86	82%	100%	-
NN-131	RAAS	Nueva Guinea	Est. 2+930 del 71JA0100000 (Quebrada El Guayabo) (Lím. Munic. El Almendro-Nueva Guinea) (Lím. Deptal. Río San Juan-Chontales)	Colonia Agrícola San José (después de Esc. 70 mts.)	21.850	50	79,782.37	1,743,244.72	Malo	61,837.37	1,351,146.47	Malo	17,945.00	392,098.25	1,351,146.47	78%	100%	-
	RAAS	Nueva Guinea	Km. 1+110 (Colonia Jacinto Baca)	Maquengue	0.800	50	79,782.37	63,825.89	Malo	61,837.37	49,469.89	Malo	17,945.00	14,356.00	49,469.89	78%	100%	-
NN-133	RAAS	Nueva Guinea	Nueva Guinea (Zona 3-Pista)	Nueva Holanda (Galerón Metálico Mercado)	7.600	50	79,782.37	606,345.99	Malo	61,837.37	469,963.99	Malo	17,945.00	136,382.00	469,963.99	78%	100%	-
NN-134	RAAS	Nueva Guinea	Km. 59+770 (Nueva Guinea) (Monumento)	Km. 18+920 de 71JA0100000 (Empalme Talolinga)	28.389	80	79,782.37	2,264,941.62	Regular	65,486.37	1,859,092.47	Malo	18,149.00	515,231.96	1,749,709.66	77%	94%	28.389

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA  
FACULTAD DE TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN  
PATRIMONIO NACIONAL DE CAMINOS REVESTIDOS

SECTOR "A" Información Básica de los Caminos							SECTOR "B" Valor Máximo Teórico		SECTOR "C" Valor Mínimo Permisible			SECTOR "D" Deficiencia de los Tramos			SECTOR "E" Resultados del Cálculo			
N° de Ident. del Tramo	Identificación del Tramo				Longitud (Km)	Volumen de Tránsito TPDA (Veh/día)	Valor Unitario Nuevo (US \$/Km)	Valor Tramo Nuevo (US \$)	Estado Mín. Permisible	Valor Unitario Mín. Permisible (US \$/Km)	Valor Mín. Permisible del Tramo (US \$)	Estado Actual	Valor Unitario de Deficiencia (US \$/Km)	Valor de Deficiencia del Tramo (US \$)	Valor Actual del Tramo (US \$)	% Valor Actual Valor Máx. Teórico	% Valor Actual Valor Mín. Permisible	Tramos Peores que Económ. Permisible (Km)
	Depto.	Municipio	Origen	Destino														
NN-136	RAAS	Nueva Guinea	Km. 62+492 (Empalme Yolaina)	Puente de Madera Santo Dominiguito (Colonia La Fonseca)	26.200	110	79,782.37	2,090,298.01	Regular	65,486.37	1,715,742.81	Malo	18,149.00	475,503.80	1,614,794.21	77%	94%	26.2
NN-138	RAAS	Nueva Guinea	Km. 74+970 (Colonia Nueva León) (Iglesia Católica)	Puerto Príncipe (Pase Río Chiquito)	25.150	50	79,782.37	2,006,526.53	Malo	61,837.37	1,555,209.78	Malo	17,945.00	451,316.75	1,555,209.78	78%	100%	-
NN-114	Río San Juan	El Almendro	Est. 6+130 del 25JM0700000 (Pte. Río Kiway) (Lím. Munic. Morrito-El Almendro)	NIC 71 Km. 34+680 (El Triunfo)	34.690	429	79,782.37	2,767,650.31	Regular	65,207.37	2,262,043.56	Malo	18,845.00	653,733.05	2,113,917.26	76%	93%	34.69
NN-115	Río San Juan	El Almendro	Km. 21+295 de 25JA0100000 (El Almendro) (Parque)	Santa María	7.655	50	79,782.37	610,734.02	Malo	61,837.37	473,365.04	Malo	17,945.00	137,368.98	473,365.04	78%	100%	-
	Río San Juan	El Almendro	El Almendro	El Nisperal N°2	7.270	50	79,782.37	580,017.81	Malo	61,837.37	449,557.66	Regular	13,425.00	97,599.75	482,418.06	83%	107%	-
NN-131	Río San Juan	El Almendro	Km. 30+465 (Las Miradas)	Qda. El Guayabo (Lím. Munic. El Almendro-Nueva Guinea) (Lím. Depta. Río San Juan-RAAS)	2.930	23	79,782.37	233,762.34	Malo	61,837.37	181,183.49	Regular	13,425.00	39,335.25	194,427.09	83%	107%	-
NN-116	Río San Juan	Morrito	Km. 53+850 (B° La Ñoca) (Gancho de la Toña) (Empalme Palos Ralos)	Palos Ralos (Hangares)	15.340	43	79,782.37	1,223,861.51	Malo	61,837.37	948,585.21	Regular	13,425.00	205,939.50	1,017,922.01	83%	107%	-
NN-114	Río San Juan	Morrito	Km. 61+750 (Emp. Pájaro Negro)	Pte. Río Kiway (Lím. Munic. Morrito-El Almendro)	6.130	148	79,782.37	489,065.91	Regular	65,207.37	399,721.16	Regular	14,575.00	89,344.75	399,721.16	82%	100%	-
NIC-25A (TS)	Río San Juan	San Carlos	NIC 25 Km. 95+140 (Puente Río El Tule) (Lím. Munic. San Miguelito-San Carlos)	Las Tabillas (Lím. Internac. Nic.-Costa Rica)	25.870	952	79,782.37	2,063,969.83	Regular	62,981.37	1,629,327.96	Regular	16,801.00	434,641.87	1,629,327.96	79%	100%	-
NN-117	Río San Juan	San Carlos	NIC 25 Km. 141+400 (Emp. La Azucena)	Los Chiles (Puesto de Salud)	17.615	76	79,782.37	1,405,366.39	Regular	65,207.37	1,148,627.77	Regular	14,575.00	256,738.63	1,148,627.77	82%	100%	-
NN-118	Río San Juan	San Carlos	Km. 3+205 (La Azucena)	Puente El Puentón (Lím. Mun. San Carlos-El Castillo)	11.840	50	79,782.37	944,623.23	Malo	61,837.37	732,154.43	Malo	17,945.00	212,468.80	732,154.43	78%	100%	-